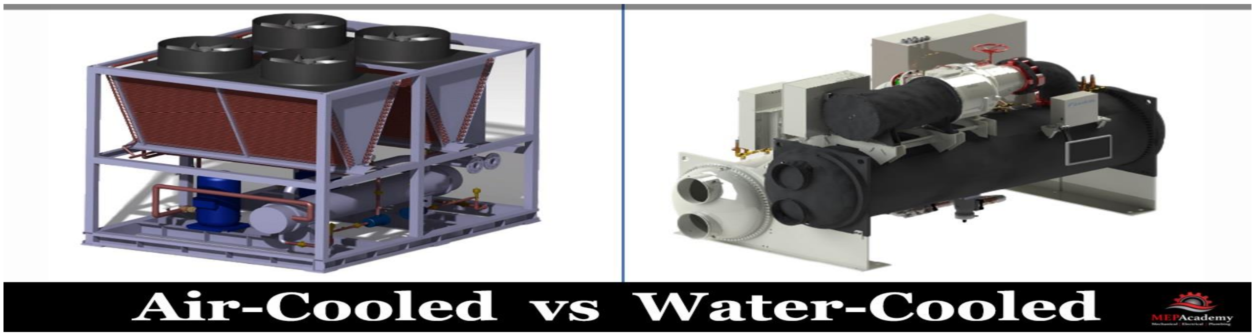




الحسابات الكهربائية للمحركات والمضخات

(مع أمثلة عملية من المشاريع)

م.أحمد عيسى

2023

مختصر سريع عن تصميم دوائر المحركات حسب الكود الأمريكى

أولا:- لابد أن نعلم Scope of American Standards

1-Facility (NEC All Articles)

2-Machine(NEC Article 670&NFPA 79)

3-Industrial Control Panel(NEC Article 409&UL 508A&NFPA 79)

4-Motor Circuit(NEC Article 430&NFPA 79&UL 508A)

ثانيا :- ماهى Industrial Control Panels

هذه الألواح مخصصة للاستخدام العام وللتشغيل بجهد لا يزيد عن 1000 فولت وتتكون من

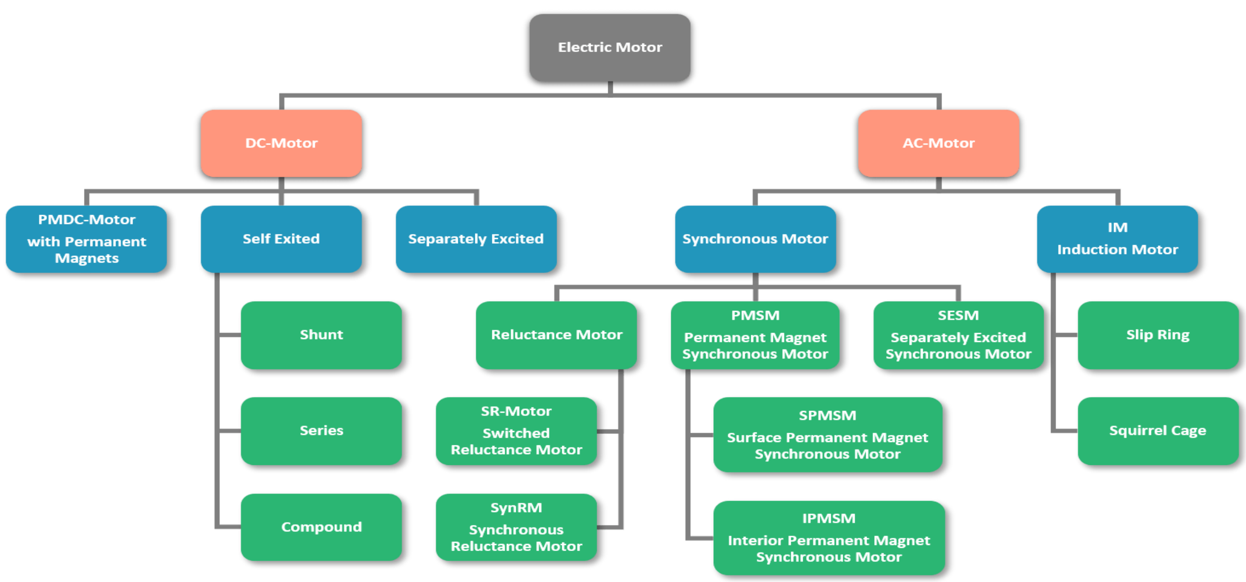
Overcurrent Protection Devices & Disconnect Switch &Contactor &Overload relay)

ثالثا:- الحسابات الهامة لدوائرالمحركات حسبNEC

1 -حسابات محرك واحدSingle Motor

أولا:- لابد معرفة نوع المحرك سواء

Induction Type, Squirrel cage, Wound rotor& Synchronous Type



ثانيا :- نقوم بإختيار FLC من جداول NEC صفحة 878/322 وليس FLA

TABLE 430.250 Full-Load Current, Three-Phase Alternating-Current Motors
The following values of full-load currents are typical for motors running at speeds usual for belted motors and motors with normal torque characteristics.
The voltages listed are rated motor voltages. The currents listed shall be permitted for system voltage ranges of 110 to 120, 220 to 240, 440 to 480, and 550 to 600 volts.

	Induction-Type Squirrel Cage and Wound Rotor (Amperes)							Synchronous-Type Unity Power Factor* (Amperes)			
Horsepower	115 Volts	200 Volts	208 Volts	230 Volts	460 Volts	575 Volts	2300 Volts	230 Volts	460 Volts	575 Volts	2300 Volts
½	4.4	2.5	2.4	2.2	1.1	0.9	—	—	—	—	—
¾	6.4	3.7	3.5	3.2	1.6	1.3	—	—	—	—	—
1	8.4	4.8	4.6	4.2	2.1	1.7	—	—	—	—	—
1½	12.0	6.9	6.6	6.0	3.0	2.4	—	—	—	—	—
2	13.6	7.8	7.5	6.8	3.4	2.7	—	—	—	—	—
3	—	11.0	10.6	9.6	4.8	3.9	—	—	—	—	—
5	—	17.5	16.7	15.2	7.6	6.1	—	—	—	—	—
7½	—	25.3	24.2	22	11	9	—	—	—	—	—
10	—	32.2	30.8	28	14	11	—	—	—	—	—
15	—	48.3	46.2	42	21	17	—	—	—	—	—
20	—	62.1	59.4	54	27	22	—	—	—	—	—
25	—	78.2	74.8	68	34	27	—	53	26	21	—
30	—	92	88	80	40	32	—	63	32	26	—
40	—	120	114	104	52	41	—	83	41	33	—
50	—	150	143	130	65	52	—	104	52	42	—
60	—	177	169	154	77	62	16	123	61	49	12
75	—	221	211	192	96	77	20	155	78	62	15
100	—	285	273	248	124	99	26	202	101	81	20
125	—	359	343	312	156	125	31	253	126	101	25
150	—	414	396	360	180	144	37	302	151	121	30
200		552	528	480	240	192	49	400	201	161	40
250	—	—	—	—	302	242	60	—	—	—	—
300	—	—	—	—	361	289	72	—	—	—	—
350	—	—	—	—	414	336	83	—	—	—	—
400	—	—	—	—	477	382	95	—	—	—	—
450	—	—	—	—	515	412	103	—	—	—	—
500	—	—	—	—	590	472	118	—	—	—	—

*For 90 and 80 percent power factor, the figures shall be multiplied by 1.1 and 1.25, respectively.

إذا ماهو الفرق بينهم

Full Load Current (FLC): -

هو قدرة التيار الذى يستحمله المحرك بقدرة معينه حسب جداول NEC

Full Load Ampere (FLA): -

هو تيار الحمل الكامل المكتوب على Name Plate الخاص بالمحرك والتى قامت به الشركة المصنعة

دائما FLC أكبر منFLA

ملاحظة :-

ماذا لو كان الجهد غير متوفر فى جداول NEC ؟

مثال أحسب FLC لمحرك 3 فاز 5 حصان جهد 415

الجهد 415 غير متوفر فى الجدول فسوف نقوم بإستخدام المعادلة التالية =415/اى جهد فى الجدولX تيار الجهد فى الجدول

وليكن الجهد 460

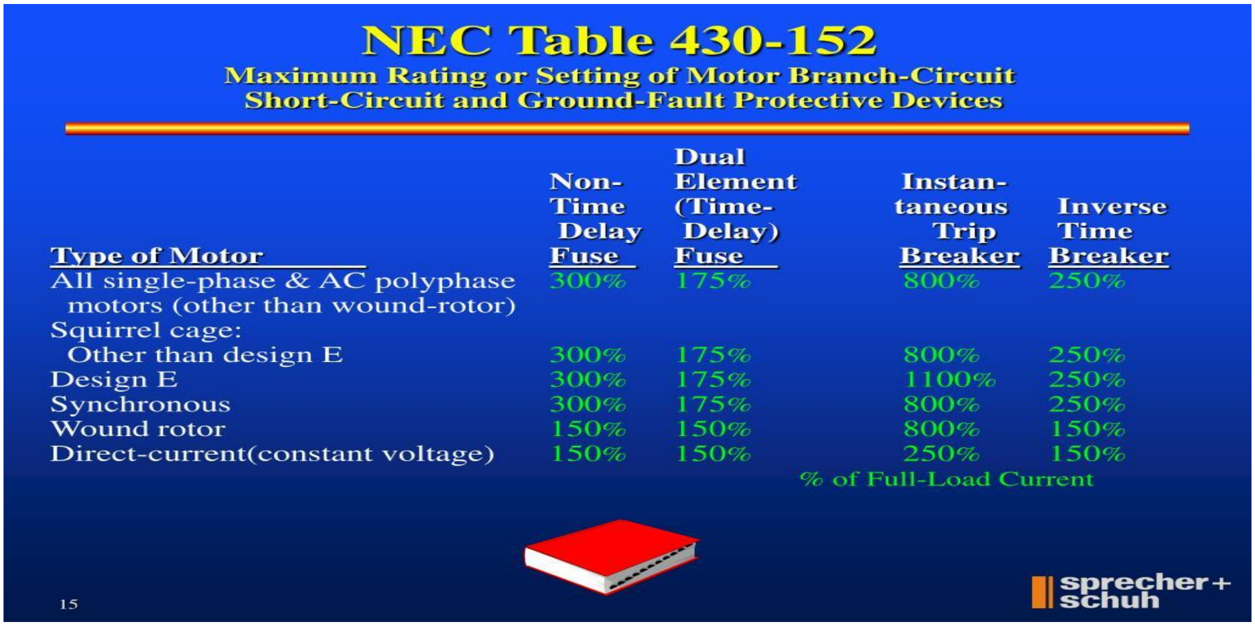
FLC FOR 5 HP =7.6X460/415=8.42 A

ثانيا :- حساب القاطع الكهربائى للمحرك من NEC Article 430 ويوجد نوعين وهما

1-Inverse Time Circuit Breaker(Overload Protection)

وهو يستخدم لحماية الدائرة ضد التيار المقنن من زيادة حمل الدائرة

وبيتم حسابه بضرب FLC فى نسبه 150% او 250% على حسب نوع المحرك (انظرالجدول التالى)



NEC Table 430-152

Maximum Rating or Setting of Motor Branch-Circuit Short-Circuit and Ground-Fault Protective Devices

Type of Motor	Non-Time Delay Fuse	Dual Element (Time-Delay) Fuse	Instantaneous Trip Breaker	Inverse Time Breaker
All single-phase & AC polyphase motors (other than wound-rotor)	300%	175%	800%	250%
Squirrel cage:				
Other than design E	300%	175%	800%	250%
Design E	300%	175%	1100%	250%
Synchronous	300%	175%	800%	250%
Wound rotor	150%	150%	800%	150%
Direct-current(constant voltage)	150%	150%	250%	150%

% of Full-Load Current

15

2-Instantaneous Circuit Breaker(short circuit protection)

ويسمى هذا القاطعMCP

ويستخدم لحماية الدائرة ضد التيار المقنن عند حدوث شورت سيركت في الدائرة (Magnetic protection)

وبيتم حسابه بضرب FLC فى نسبه 800% أو 1100% على حسب نوع المحرك (انظر الجدول السابق)

ويوجد ايضا نوع يجمع بين الاتنين السابقين يسمىMPCB

قواطعMPCB

هو إختصار إلىMotor Protection Circuit Breaker

وهو قاطع كهربائي يستخدم على نطاق واسع لكل من المعدات الكهربائية الساكنة والديناميكية.

وال RELIABILITYله أكبر منMCCB, FUSE

MPCB > MCCB > Fuse.

وهو جهاز يستخدم لحماية المحرك من زيادة الحملOverload إضافة إلى حماية المحرك من تيار القصرshort circuit

ويتكون من ملفات حراريةmetallic strip للحماية من تيار الحمل الزائد إضافة إلى ملفات مغناطيسية magnetic coils للحماية من تيار القصر

مبدأ عمله

عند حدوثoverloadللمحرك تتمدد الملفات الحرارية بسبب الحرارة الناتجة عند مرور تيار كبير ويؤدى هذا التمدد إلى فصل التغذية عن المحرك

ويحتوىMPCB على حمايات من

Thermal overload protection

Short circuit fault protection

Unbalance load

Phase loss fault protection.



Made in Taiwan	Motor Protection Circuit Breaker(MPCB)/MMS		
Model	Current Rating (A)	Amps	Price in BDT
MR-32S-2.5	1.6 A-2.5 A	2.5A	00.00
MR-32S-4	2.5 A-4 A	4A	00.00
MR-32S-6.3	4 A-6.3 A	6.3A	00.00
MR-32S-10	6 A-10 A	10A	00.00
MR-32S-14	9 A-14 A	14A	00.00
MR-32S-18	13 A-18 A	18A	00.00
MR-32S-23	17 A-23 A	23A	00.00
MR-32S-32	24 A-32 A	32A	00.00
MR-AN11	1NO + 1NC (Side)		00.00

الآن نريد أن نعرف الفرق بين Over voltage-Overload- Overcurrent,

اولا:-زيادة التيارOvercurrent

هى قيمة الزيادة فى التيار الكهربائي عن التيار المقنن التى تؤدى الى إتلاف المعدة الكهربية دون تأخير زمنى و غالبا ما تكون اكبر من 50 % من قيمة التيار المقنن.

ملاحظة :-

تصمم المعدات الكهربية انها تتحمل زيادة تيار (تيار قصر) لمدة ثلاث ثوانى دون ان تتلف و يجب ان تعمل اجهزة الوقاية.

وفي حالة حدوث تيار قصر ، يبدأ تيار عالي جدًا في التدفق في الدائرة حيث يصبح مستوى الجهد تقريبًا صفرًا عبر أطراف الحمل مما يؤدي إلى فشل العزل وتلف المعدات

على سبيل المثال ، عند توصيل قاطع من نوع Instance 125 أمبير (magnetic trip) وتم تعييره بنسبة 200٪ بدائرة تحمل تيار قيمته 100 أمبير .

عندما يزداد الحمل الحالي ويصل إلى حد 125 A، فإنه سيحدث Trip في النهاية.

وإذا كانت الزيادة الحالية تصل إلى 200 أمبير ، سيعمل القاطع على الفور ويحمي الدائرة من التيار الزائد بسبب short circuit وما إلى ذلك.

ويستخدم لحماية Overcurrent

Fuses, circuit breakers, overcurrent relays, current limiters, temperature sensor

ثانيا:- زيادة الحملOverload

وهى قيمة الزيادة فى التيار الكهربائي للحمل عن القيمة المقننه و تتحملها المعدة او الكابلات لفترة زمنية دون ان تتلف و تتراوح ما بين 10 % الى 25%.

غالبا تصمم الالات الكهربائية ان تتحمل زيادة فى الحمل تتراوح بين 10 - 25 % لفترة زمنية قصيرة دون ان تتلف .

ويستخدم لحماية:-Overload

Fuses and overload relays

Thermal magnetic circuit breakers are used for both overcurrent and overload protection.

ثالثا:-Overvoltage

الجهد الزائد هو الحالة التي يكون فيها جهد التشغيل أعلى من الجهد المقدر للنظام المحدد من قبل الشركة المصنعة.

بشكل عام ، عندما يزداد قيمة الجهد حتى 1.1 (أي 110٪) من الجهد المقنن لجهاز ما ، يُعرف الجهد الزائد ما لم يحدده المصنعون. على سبيل المثال ، إذا كان الجهد المقنن المطبوع على جهاز هو 230 فولت تيار متردد ± 10٪ ، في حالة زيادة الجهد حتى 250 فولت + ، يصبح النظام غير مستقر بسبب الجهد الزائد مما يؤدي إلى ارتفاع درجة الحرارة وقد يؤدي إلى تلف الجهاز والمعدات.

ويستخدم لحمايةOvervoltage

voltage dependent resistors (VDR), gas discharge valves

يحتوى MPCB على 6 أجزاء أساسية كالتالى:-

Thermal overload release

Magnetic trip unit,

Main contact,

Auxiliary switches,

Arc chute

Plunger

Enclosure.

أولا- Thermal overload release :-

تُستخدم لحماية المحرك من الحمل الزائد وهي مصنوعة bimetallic strip عادة من الصلب والنحاس ، أو في بعض الحالات من الصلب والنحاس الأصفر). يعمل عندما يكون التدفق الحالي أعلى من القيمة المحددة مسبقًا.

ثانيا -Magnetic Trip :-

تُستخدم لحماية المحرك من تيار الشورت سيركويت

ثالثا-Main Contact :-

هو المسئول عن تدفق التيار من المصدر إلى دوائر الأحمال وهي مقسمة إلى جزأينFIXED وMOVING

رابعا-Arc Chute :-

يتم استخدامArc chute لإخماد القوس الذي يظهر عند فتح دائرة.MPCB

خامسا-Auxiliary switches :-

النقاط المساعدة هي NO أو NC والتي تستخدم لإرسال حالة MPCB إلى الدوائر الخارجية.

سادسا-Enclosure :-

لزيادة القوة مع إضافة الألياف الزجاجية .

مميزات القاطعMPCB

اولا :-توفر درجة عالية من الحماية مثلThermal overload protection& Short circuit fault protection

ثانيا:-سهله عند عمل setting لها

ثالثا:-لا حاجة إلىExternal thermal overload relay

عيوبه

سعر عالى

لايمكن إصلاحه

ويتم استخدامه فى التطبيقات التالية

- Induction Motor starting (DOL/Star-delta).
- Lighting circuit applications
- Direct starting applications

مثال :- إحسب سعة MPCB لمحرك له البيانات التالية

Three-phase, 415V, 0.8pf, of 10HP/7.5kW induction motor

MPCB Range in Amps = 1.6 x 1000 x 7.5 / (1.732*415*0.8) =20A

ثم عليك اختيار نطاق MPCB

ثالثا:-حساب الفيوز للمحرك على حسب NEC430-52 ويوجد نوعين وهما

1-No Time Delay Fuse

ويتم حسابه بضرب FLC مع في نسبة 150% أو 300% على حسب نوع المحرك

2-Time Delay Fuse(Dual Element)

ويتم حسابه بضرب FLC مع في نسبة 150% أو 175% على حسب نوع المحرك

رابعا:-حساب Overload Protection على حسبNEC430/32

Maximum overload = F.L.C. X allowable % of the maximum setting of an overload,%130 for motors, found in NEC Article 430/34.

Max (Overload) =130% X FLC

Minimum Overload = F.L.C. X allowable % of the minimum setting of an overload,

for motors found in NEC Article 430/32/B/1.115

Min (Overload)=115% X FLC

خامسا:-حسابات الكابل المغذى للمحرك على حسبNEC 430.22

Size of Cable is 125% of Motor Full Load Current Capacity

مثال احسب الحد الأدنى لأمبير الكابل المستخدم لموتور واحد سعته 5حصان

415-volt, 3-phase motor at 0.8 Power Factor.

الحل

Full-load currents for 5 HP= 7Amp.

Min Capacity of Cable= (7X125%) =8.75 Amp.

سادسا:-حساب Disconnector Switch للمحرك على حسبNEC 2012 Page 318/881 Article 410.110 A

The disconnecting means must be at least 115% of the nameplate rated-load current or branch circuit selection current (whichever is greater).

Disconnector Switch =1.15xFLC

ثانيا:- لمجموعة محركات

أولا:- نقوم بحساب FLC مثل الخطوات السابقه من جدول NEC 430-250

ثانيا:- نقوم بحساب القاطع الرئيسى

NEC section 430-52, section 430-53, and table 430-152

Inverse-time circuit breaker 250% FLC for largest motor + sum of FLC for all other motors

NEC 430-52 allows use of the next largest.

ثالثا :- حساب كابلات مجموعة من المواتير على حسب(NEC Code 430.6(A

For Calculating minimum Ampere Capacity of Main feeder and Cable is 125% of Highest Full Load Current + Sum of Full Load Current of remaining Motors.

مثال أحسب أمبير الكابل المستخدم لمجموعة 4 محركات جهد 415 كالتالى

الموتور الأول =5 حصان 3 فاز

الموتور الثانى =10 حصان 3 فاز

الموتور الثالث =15 حصان 3 فاز

الموتور الرابع -10حصان 1 فاز

الحل

أولا:- حساب FLC للمواتير من جدول NEC 430-250

FLC FOR 5 HP =8.42 A

FLC FOR 10 HP=13 A

FLC FOR 15 HP=19 A

FLC FOR 10 HP 1 PHASE= 23 A FROM TABLE NEC430-429

إذا أكبر تيار للموتور 15 حصان بتيار قيمته 23 أمبير

=125%X23=28.75 A

MIN AMPER FOR MOTORS =28.75+8.42+13+19=69.17 A

يوجد معلومه فى الكودNEC Code 430.24

إذا وجد موتور او اكثر 1 فاز او 3 فاز قد لايكون ضرورى ضم جميع حسابات المواتير عند حساب الكابل

مثال يوجد مجموعة من المواتير لها سعة كالآتى

1 -موتور 3 فاز بسعة 10 حصان جهد 415 فولت

2 -عدد 3 مواتير بسعة 3 حصان جهد 230 فولت

احسب سعة الكابل لمجموعة هذه المواتير

الحل

FLC for 10 HP=13 A

FLC for 3 HP=12 A

Here for Load Balancing one Single Phase Motor is connected on R Phase Second in B Phase and third is in Y Phase.

اذا تيار 13 أمبير هو الأكبر

FLC for Cable=125%x13+12=28.25 A

مثال احسب القاطع الرئيسي لمجموعة ٨ محركات حسب البيانات التالية

Qty.	HP.	V.	FLC
1	5	460	7.6
2	3	460	4.8
5	2	460	3.4

الحل

⇒ (2.5 x 7.6) + (2 x 4.8) + (5 x 3.4) = 45A.

NEC 430-52 allows use of the next standard.

رابعا:-مجموعة من المحركات مع أحمال عادية

أولا:- نقوم بحساب FLC مثل الخطوات السابقه من جدول NEC 430-250 ونقوم بحساب FLC للأحمال العادية

ثانيا:- نقوم بحساب القاطع الرئيسى للمحركات والأحمال العاديه على حسب NEC section 430-62,-313/881

Main Feeder CB=Highest motor CB+ Sum of FLC other load allows use of Down stander of breaker

ثالثا :- حساب الكابلات الرئيسية لمجموعة من المواتير والأحمال على حسبNEC 430.23 page 306/881

Main Cable = 1.25X Highest Motor FLC+FLC for other motor +1.25XFLC (no motor)

مثال احسب القاطع الرئيسى والكابل المغذى الرئيسى لمجموعة من المحركات والأحمال 3 محركات بسعة 50 حصان أحدهم standbyوأحمال إنارة 16 كيلو فولت أمبير جهد 380 فولت

الحل

أولا:- نختار FLC مثل الخطوات السابقة

FLC for 50 HP=65x460/380=79 A

CB=2.5x79=197A

CB=200A

FLC for lighting =16/1.732x380=24 A

CB=1.25x24=30A

CB=32A

Main Circuit Breaker=200+79+24=303 A

CB=300A

Main Feeder Cable=1.25x79+79+1.25x24=207A

بعد ذلك نستخدم معاملات derating factor

Cable Size=4x70mm+35 mm

تصميم القاطع الكهربائى و الكابل لاى طلمبة حريقFire Pump

قبل البدء فى خطوات التصميم يجب أخذ نبذة عن أنظمة مكافحة الحريق

تنقسم أعمال إطفاء الحريق الى 3 أقسام:

و هو مختص بأعمال المعمارى fire safety

و هو مختص باعمال انذار الحريقfire Alarm

و هو مختص بأعمال الميكانيكاfire fighting

وتقع مسئوليه حماية الأرواح والممتلكات عليهم مشتركة ولا يجوز فصل جزء عن الاخر.

ويتم الاعتماد فى أنظمة التصميم على:

الكود الامريكى فى التصميمNFPA

الكود الانجليزى للتصميمFOC

يجب الأخذ فى الاعتبار عند التصميم وجود سلالم حريق ويجب التنيه على المهندس المعمارى أو الانشائى بعمل مخارج للحريق حيث ان المسئوليه تكون مشتركه.

وتنقسم أنظمة اطفاء الحريق (Fire Fighting System Classification)إلي:

1- نظام الاطفاء باستخدام المياة Water System

<u>وينقسم نظام إطفاء الحريق باستخدام المياه إلي:</u>

- Sprinkler system رشاشات المياه.
- Hazel systemكبائن الحريق وتركب بداخل المنشاءه.
- Fire hydrant system عساكر الحريق وتوجد حول المنشاءه بالشوارع.

2- نظام الإطفاء باستخدام الغاز 2Gas system

<u>وينقسم نظام إطفاء الحريق باستخدام الغاز إلي:</u>

- Fire Extinguisher طفايات الحريق يدويه.
- FM-200, CO2, FE-13 انظمه اوتوماتيكيه.

مضخات الحريق

طلمبات الحريق هى القلب النابض لمنظومة إطفاء الحريق بالماء فهى تعمل على إمداد

شبكة الحريق بالماء بالضغط و تدفق الماء المطلوب على حسب التصميم

Set Pumps Fireمجموعة طلمبات الحريق.

أى نظام إطفاء حريق بالماء يتكون من مجموعة من طلمبات الحريق و هى

مضخة رئيسيةElectrical

مضخة رأسية تعويضيةJockey

مضخة إحتياطية ديزلDiesel

(Main Pump –Electrical Pump)

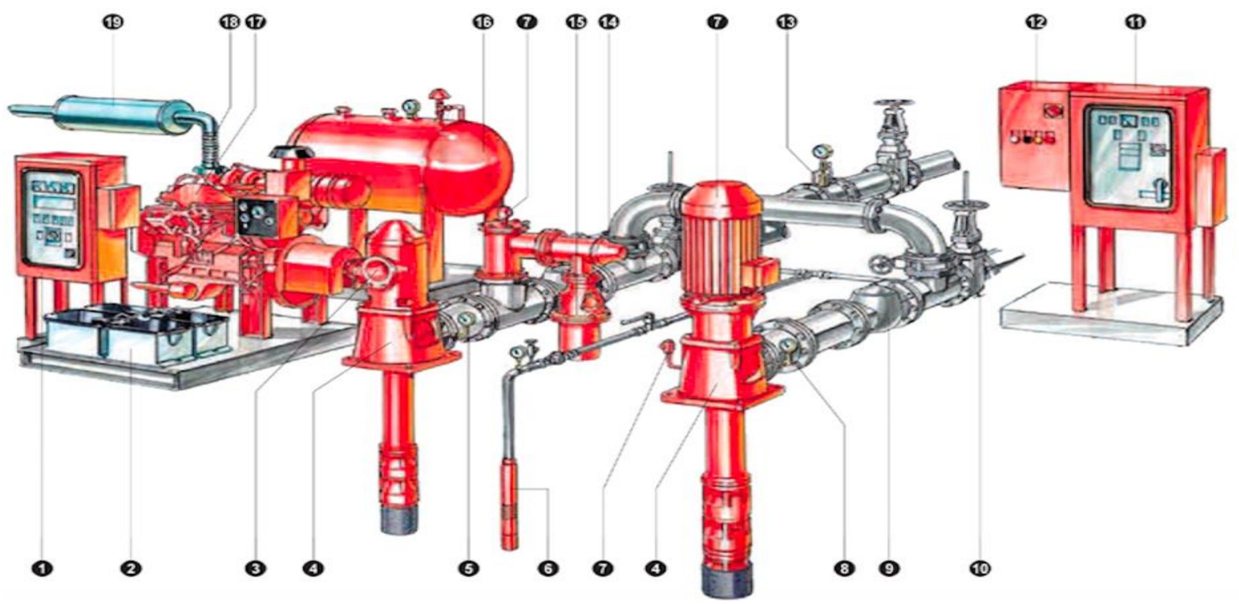
تعمل على إمداد الشبكة وقت حدوث الحريق بالضغط و معدل التدفق المطلوب حسب التصميم)

(Stand by Pump or Emergency Pump)

تعمل على إمداد الشبكة وقت حدوث الحريق بالضغط و معدل التدفق و ذلك فى حالة حدوث عطل أو إنقطاع التيار عن المضخة الرئيسية أو الى سبب أخر

(Jockey Pump Or Make Up Pump)

تعمل على تعويض الشبكة بالماء حالة حدوث Leakage أو حدوث إتخفاض فى ضغط الشبكة



1_Diesel engine fire pump controller / 2_Batteries / 3_Right angle gear / 4_Vertical turbine pump 5_Discharge pressure gauge / 6_Jockey pump / 7_Automatic air release valve / 8_Concentric discharge increaser / 9_Check valve / 10_OS& Y gate valve / 11_Electric motor controller / 12_Jockey pump controller / 13_Test flow meter / 14_Main relief valve / 15_Open discharge overflow cone / 16_Fuel tank / 17_Diesel engine / 18_Flexible exhaust connection / 19_Exhaust muffler

متى نستخدم مصدر كهرباء واحد لمضخات الحريق ومتى نستخدم مصدرين تيار كهربائى ؟

الحالة الآولى تغذية مصدر كهرباء واحد :-

حسب الكود الأمريكى يمكن أن تتغذى مضخات الحريق بمصدر تيار واحد إذا توافر فى هذا المصدر الإعتمادية

وتتوافر الإعتمادية حسب التالى

1-الكهرباء لايتعمل قطعها فى السنه أكثر من 4 ساعات فقط ويوجد استثناء واحد فقط لهذا الشرط اذا كانت كهرباء مصدر التغذية لن تقطع الا نادرا ويوجد سرعة من ادارة الاطفاء بتغذية نظام الاطفاء بالماء عن طريق آلياتها إذا فى هذه الحالة يمكن استخدام مصدر تغذية واحد.

2- لايتم تغذية هذا المصدر من الشبكات الهوائية

3- وجود حماية overcurrent واحدة فقط و وجود disconnect switch واحد فقط من اول مصدر التغذية وصولا الى لوحة الكنترول الFire Pump

الحالة الثانية تغذية من مصدرين كهرباء :-

وهى عند عدم تحقيق الشروط السابقة يجب تغذية مضخات الحريق من مصدرين مختلفين .

حسابات القاطع والكابلات لمضخات الحريق

عندما نتكلم عن Fire Fighting Pumps يوجد كودين لابد من ذكرهم فى حسابتنا

1-NFPA 20: Standard for the Installation of Stationary Pumps for Fire Protection Chapter 9

2-NFPA 70: National Electric Code (NEC) Article 695

ويوجد معلومة هامة وهى أن التيار المقنن لطلمبة الحريق تختلف عن التيار المقنن لطلمبة الطوارئ وذلك لأن السبب هو ان مضخة الحريق يجب ان تظل جاهزة للعمل فى اى وقت ولضمان ذلك يجب ان يتوفر لها مصدر كهرباء باستمرار بدون حدوث اى انقطاع نتيجة خطأ ما

1- عند التغذية من شبكة الكهرباء

يتم تصميم قاطع شبكة الكهرباء المغذى لمضخات الحريق على مجموع تيارات ال Locked Rotor Currents للمضخة الرئيسية ومضخة الجوكى و تيار الحمل الكامل لاى احمال اخرى مرتبطة بمضخات الحريق لأن هذا هو اعلى قيمة تيار يمكن ان تسحبه المضخة لعمل بدء عند الجهد الكامل DOL من وضع السكون وهو الوضع الدائم لمضخات الحريق وان يتحمل القاطع ذلك التيار لمدة 2 دقيقة على الاقل.

فالخطوات تكون كالتالى :-

- مجموع قيمة تيارات ال Locked Rotor Current لمضخات الحريق(الرئيسية والجوكى) من الجدول التالى مع أى أحمال أخرى إن وجدت .

Total LRC =LRC (Main)+LRC(Jockey)+FLC of any other loads

ملاحظة عند عدم وجود الجهد 380 فولت يتم حساب LRC

LRC=6 x FLC

TABLE 430.251(B) Conversion Table of Polyphase Design B, C, and D Maximum Locked-Rotor Currents for Selection of Disconnecting Means and Controllers as Determined from Horsepower and Voltage Rating and Design Letter
For use only with 430.110, 440.12, 440.41 and 455.8(C).

Rated Horsepower	Maximum Motor Locked-Rotor Current in Amperes, Two- and Three-Phase, Design B, C, and D*					
	115 Volts	200 Volts	208 Volts	230 Volts	460 Volts 400V	575 Volts
	B, C, D	B, C, D	B, C, D	B, C, D	B, C, D	B, C, D
½	40	23	22.1	20	10	8
¾	50	28.8	27.6	25	12.5	10
1	60	34.5	33	30	15	12
1½	80	46	44	40	20	16
2	100	57.5	55	50	25	20
3	—	73.6	71	64	32	25.6
5	—	105.8	102	92	46	36.8
7½	—	146	140	127	63.5	50.8
10	—	186.3	179	162	81	64.8
15	—	267	257	232	116	93
20	—	334	321	290	145	116
25	—	420	404	365	183	146
30	—	500	481	435	218	174
40	—	667	641	580	290	232
50	—	834	802	725	363	290
60	—	1001	962	870	435	348
75	—	1248	1200	1085	543	434
100	—	1668	1603	1450	725 836	580
125	—	2087	2007	1815	908	726
150	—	2496	2400	2170	1085	868
200	—	3335	3207	2900	1450	1160
250	—	—	—	—	1825	1460
300	—	—	—	—	2200	1760
350	—	—	—	—	2550	2040
400	—	—	—	—	2900	2320
450	—	—	—	—	3250	2600

- قيمة التيار المقنن لقاطع التغذية من شبكة الكهرباء يساوى أل Total LRC اذا كان موافق لاى قيمة قاطع ستاندرد فان لم يكن نقوم بأخذ قيمة القاطع الاستاندرد الاعلى منه مباشرة حسب الجدول التالى

N Table 240.6(A) Standard Amp Ratings for Fuses and Inverse Time Circuit Breakers

Standard Ampere Ratings

15	20	25	30	35
40	45	50	60	70
80	90	100	110	125
150	175	200	225	250
300	350	400	450	500
600	700	800	1000	1200
1600	2000	2500	3000	4000
5000	6000	——	——	——

2- عند التغذية من المولد

يتم تصميم قاطع المولد المغذى لمضخات الحريق على تيار ال starting فقط وذلك لعمل بدء لحظى لمضخات الحريق واى احمال اخرى اثناء فترة البدء فقط و بعد ذلك لتحمل تيار التشغيل العادى اثناء تشغيل المولد

فالخطوات تكون كالتالى :-

- نقوم بحساب مجموع قيمة تيار ال Full Load Currents لمضخات الحريق (الرئيسية والجوكى) + قيمة تيار اى احمال اخرى ان وجدت

Total FLC =FLC (Main)+FLC (Jockey)+FLC of any other loads

- تكون قيمة التيار المقنن لقاطع التغذية من المولد يساوى من 125% الى 250% من قيمة تيار ال Total FLC اذا كان موافق لاى قيمة قاطع ستاندرد من الجدول السابق فان لم يكن نقوم بأخذ قيمة القاطع الاستاندرد الاعلى منه مباشرة

معلومة هامة جدا :-

-يجب ان تكون قواطع الحماية لمضخة الحريق من النوع ال standard MCCB ويجب ان يكونInverse Time

-هناك خطأ شائع وهو استخدام بريكرات magnetic only والتى تسمى Instantaneous مع مضخات الحريق لانها لن تستطيع حماية الكابلات المغذية لمضخات الحريق ضد ال overload وسيقول البعض لكننا لا نريد ان يفصل البريكر عند حدوث overload لكن فعليا قيمة ظبط البريكر اكبر من 125% لا تعتبر overload protectionحيث انه طبقا لل NEC 430.32 فان اعلى قيمة مسموح بها لل overload protection هى 125% فقط

كما ان ال بريكرات magnetic only لا تستخدم الا داخل UL listed assembly والذى يشترط وجود Overload Protection داخل اى UL listed combination motor starter ولذا لا يمكن استخدامها منفردة مع المواتير او المضخات طبقا لل NEC 695.3.H

حساب كابلات مضخات الحريق

تكون حسابات الكابلات لمضخات الحريق حسب التالى :-

1- نقوم بحساب مجموع قيمة تيار ال Full Load Currents لمضخات الحريق (الرئيسية والجوكى)
2- تكون اقل قيمة سعة امبيرية للكابل المغذى لطلمبات الحريق بيساوى 125% من مجموع التيارات من الخطوات السابقة + 100% من مجموع اى احمال اخرى خاصة بالمضخات ان وجدت
3- نقوم بفحص قيمة الهبوط فى الجهد بحيث لا تتعدى ال 15% عند بدء التشغيل و ال 5% اثناء التشغيل المستمر

مثال شامل

يوجد فى أحد المشاريع غرفة مضخات حريق تحتوى على التالى

Main Fire Fighting Pump =50 HP, Voltage=460 V

Jockey Pump =2 HP, Voltage=460 V

قم بحساب القاطع الكهربائى مع حساب الكابلات المستخدمة لمضخات الحريق عندما تكون الكابلات تبعد عن مصدر التيار إلى لوحة الكنترول 100 متر

1- **لو كان مصدر الكهرباء العمومية**
2- **لو كان مصدر التيار مولد**

قم أيضا بحساب المحول المستخدم لو كان الجهد الإبتدائى 4160 فولت

أولا :- لو كان مصدر الكهرباءUtility

على حسب الكودين السابقين يتم حساب القاطع بمعلوميةLRC(locked rotor current)

ومن الجداول

NEC Table 430.251(B) or NFPA 20 Table 9.5.1.1

- LRC for Main Fire Fighting Pump = 363 A1

- LRC for Jockey Pump=25 A2

Total LRC=LRC (Main)+LRC(Jockey)=363+25=388 A

TABLE 430.251(B) Conversion Table of Polyphase Design B, C, and D Maximum Locked-Rotor Currents for Selection of Disconnecting Means and Controllers as Determined from Horsepower and Voltage Rating and Design Letter
For use only with 430.110, 440.12, 440.41 and 455.8(C).

Rated Horsepower	Maximum Motor Locked-Rotor Current in Amperes, Two- and Three-Phase, Design B, C, and D*					
	115 Volts	200 Volts	208 Volts	230 Volts	460 Volts 400V	575 Volts
	B, C, D	B, C, D	B, C, D	B, C, D	B, C, D	B, C, D
½	40	23	22.1	20	10	8
¾	50	28.8	27.6	25	12.5	10
1	60	34.5	33	30	15	12
1½	80	46	44	40	20	16
2	100	57.5	55	50	25	20
3	—	73.6	71	64	32	25.6
5	—	105.8	102	92	46	36.8
7½	—	146	140	127	63.5	50.8
10	—	186.3	179	162	81	64.8
15	—	267	257	232	116	93
20	—	334	321	290	145	116
25	—	420	404	365	183	146
30	—	500	481	435	218	174
40	—	667	641	580	290	232
50	—	834	802	725	363	290
60	—	1001	962	870	435	348
75	—	1248	1200	1085	543	434
100	—	1668	1603	1450	725 836	580
125	—	2087	2007	1815	908	726
150	—	2496	2400	2170	1085	868
200	—	3335	3207	2900	1450	1160
250	—	—	—	—	1825	1460
300	—	—	—	—	2200	1760
350	—	—	—	—	2550	2040
400	—	—	—	—	2900	2320
450	—	—	—	—	3250	2600

As per NEC 240.6 the next size standard

Overcurrent protective device (OCPD) is 400 amps.

ثانيا : لو كان مصدر الكهرباء المولد

The OCPD is sized to allow for instantaneous pickup of the full pump room load only, not the LRC. The OCPD is not required to provide any overload protection, only short-circuit protection.

نفس المثال السابق ولكن مصدر الكهرباء Standby of generator

على حسب الكود NEC سوف تكون الحسابات عن FLC منNEC Table 430.52

1- FLC for Main Fire Fighting Pump 50 HP =65 amps.

2-FLC for Jockey Fire Fighting Pump 2 HP =3.4 amps.

TABLE 430.250 Full-Load Current, Three-Phase Alternating-Current Motors

The following values of full-load currents are typical for motors running at speeds usual for belted motors and motors with normal torque characteristics.

The voltages listed are rated motor voltages. The currents listed shall be permitted for system voltage ranges of 110 to 120, 220 to 240, 440 to 480, and 550 to 600 volts.

	Induction-Type Squirrel Cage and Wound Rotor (Amperes)							Synchronous-Type Unity Power Factor* (Amperes)			
Horsepower	115 Volts	200 Volts	208 Volts	230 Volts	460 Volts	575 Volts	2300 Volts	230 Volts	460 Volts	575 Volts	2300 Volts
½	4.4	2.5	2.4	2.2	1.1	0.9	—	—	—	—	—
¾	6.4	3.7	3.5	3.2	1.6	1.3	—	—	—	—	—
1	8.4	4.8	4.6	4.2	2.1	1.7	—	—	—	—	—
1½	12.0	6.9	6.6	6.0	3.0	2.4	—	—	—	—	—
2	13.6	7.8	7.5	6.8	3.4	2.7	—	—	—	—	—
3	—	11.0	10.6	9.6	4.8	3.9	—	—	—	—	—
5	—	17.5	16.7	15.2	7.6	6.1	—	—	—	—	—
7½	—	25.3	24.2	22	11	9	—	—	—	—	—
10	—	32.2	30.8	28	14	11	—	—	—	—	—
15	—	48.3	46.2	42	21	17	—	—	—	—	—
20	—	62.1	59.4	54	27	22	—	—	—	—	—
25	—	78.2	74.8	68	34	27	—	53	26	21	—
30	—	92	88	80	40	32	—	63	32	26	—
40	—	120	114	104	52	41	—	83	41	33	—
50	—	150	143	130	65	52	—	104	52	42	—
60	—	177	169	154	77	62	16	123	61	49	12
75	—	221	211	192	96	77	20	155	78	62	15
100	—	285	273	248	124	99	26	202	101	81	20
125	—	359	343	312	156	125	31	253	126	101	25
150	—	414	396	360	180	144	37	302	151	121	30
200		552	528	480	240	192	49	400	201	161	40
250	—	—	—	—	302	242	60	—	—	—	—
300	—	—	—	—	361	289	72	—	—	—	—
350	—	—	—	—	414	336	83	—	—	—	—
400	—	—	—	—	477	382	95	—	—	—	—
450	—	—	—	—	515	412	103	—	—	—	—
500	—	—	—	—	590	472	118	—	—	—	—

As per NEC Table 430.52 the maximum rating for the inverse time breaker OCPD is 250%

OCPD= 250% x (65+3.4) =171 A

The next standard size OCPD is 175 amps.

وممكن نستخدم القيمه بين 150% الى 250% فسوف هنأخد القيمة average =175%

OCPD should be rated=175%*(65+3.4) =119.7 = 125A

حساب المحول للمضخات السابقة يكون كالتالى :-

Total (FLC)=68.4 A

FLC X 125%= 68.4 x 125%=85.5 A

Transformer Size = V x A X1.732/1000

Transformer Size = 460x85.5x1.732/1000=68.11 KVA

The next standard transformer size is 75 kVA.

نريد أيضا حساب القاطع فى الجانب الإبتدائى للمحول

من المثال عرفنا LRC =388 A

Transformer 4160 side protection =460V/4160 x LRC at 460V

Transformer 4160 side protection=460/4160 x 388=43 A

Next stander over current protection for primary side   =50A

ملاحظة أخرى :-لو المحول بيغذى مضخات الحريق وأحمال أخرى الكود ماذا يقول

Total Transformer = 125% x fire pump motors and jockey pump+ 100% of the remaining loads.

حساب كابلات مضخات الحريق تكون كالتالى :-

Current rating for Cable =125% x Total FLC (Main+ Jockey)

=125% x 68.4=85.5 A

نقوم بعد ذلك بحساب Derating Factor

- Air temperature derating factors=0.75
- Reduction factors for groups of more than one multi-core cable in air to be applied to the current-carrying capacity for one multi-core cable in free air=0.85

  Total derating Factor = 0.75x0.85=0.63

Current rating=85.5/0.63= 135 A

Air temprature derating factors

Table 3

Air temperature	15	20	25	30	35	40	45	50	55
PVC cables rated 70°C	1.21	1.15	1.07	1	0.92	0.84	0.75	0.66	0.55
XLPE cables rated 90°C	1.15	1.1	1.05	1	0.95	0.9	0.84	0.78	0.72

Ground temprature derating factors

Table 4

Air temperature	15	20	25	30	35	40	45	50	55
PVC cables rated 70°C	1.05	1	0.95	0.89	0.84	0.77	0.71	0.63	0.55
XLPE cables rated 90°C	1.04	1	0.96	0.93	0.89	0.85	0.8	0.76	0.71

Trefoil formation De-rating factors for multi-core core cables laid direct in ground

Table 9

Number of circuits	Trefoil Formation				Flat Formation	
	Touching		Spacing = 0.15 m		Spacing = 0.30 m	
nr	Trefoil	Flat	Trefoil	Flat	Trefoil	Flat
2	0.81	0.81	0.87	0.87	0.91	0.91
3	0.69	0.70	0.76	0.78	0.82	0.84
4	0.62	0.63	0.72	0.74	0.77	0.81
5	0.58	0.60	0.66	0.70	0.73	0.78
6	0.54	0.56	0.63	0.67	0.70	0.76

*L= Spacing

Reduction factors for groups of more than one multi-core cable in air to be applied to the current-carrying capacity for one multi-core cable in free air

Table 10

Number of trays	Number of cables						Method of installation	
	1	2	3	4	6	9		
1	1.00	0.88	0.82	0.79	0.76	0.73	Cables on perforated trays	Touching ≥ 20mm
2	1.00	0.87	0.80	0.77	0.73	0.68		
3	1.00	0.86	0.79	0.76	0.71	0.66		
1	1.00	1.00	0.98	0.95	0.91	-		Spaced D_e ≥ 20mm
2	1.00	0.99	0.96	0.92	0.87	-		
3	1.00	0.98	0.95	0.91	0.85	-		
1	1.00	0.88	0.82	0.78	0.73	0.72	Cables on vertical perforated trays	Touching ≥ 225mm
2	1.00	0.88	0.81	0.76	0.71	0.70		
1	1.00	0.91	0.89	0.88	0.87	-		Spaced ≥ 225mm D_e
2	1.00	0.91	0.88	0.87	0.85	-		
1	1.00	0.87	0.82	0.80	0.79	0.78	Cables on ladder supports, cleats, etc.	Touching ≥ 20mm
2	1.00	0.86	0.80	0.78	0.76	0.73		
3	1.00	0.85	0.79	0.76	0.73	0.70		
1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	-		Spaced D_e ≥ 20mm
2	1.00	0.99	0.98	0.97	0.96	-		
3	1.00	0.98	0.97	0.96	0.93	-		

عند استخدام جداول السويدى للكابلات سوف نقوم بإختيار الكابل ذو المواصفات التالية

Multi Core Cable 4x25 mm+16 mm CU/XLPE/PVC

Low Voltage Cables

0.6/1 (1.2) KV **Multi Core Unarmoured Cables**

Multicore Cables, with Stranded, Copper Conductors, XLPE Insulated and PVC Sheathed



Product Code	Nominal Cross sectional area	Maximum Conductor Resistance		Current Rating			Approx. Overall Diameter	Approx. Overall Diameter
		DC at 20 °C	AC at 90 °C	Laid in ground	Laid in duct	Laid in free air (Shaded)		
	mm²	Ω/Km	Ω/Km	A	A	A	mm	Kg/Km
4 core cables - Cu/XLPE/PVC								
CX1-T104-U04	1.5 RM	12.1	14.6	32	26	24	10.3	155
CX1-T104-U06	2.5 RM	7.41	8.87	43	33	35	11.4	210
CX1-T104-U08	4 RM	4.61	5.54	55	40	45	12.6	280
CX1-T104-U09	6 RM	3.08	3.69	70	50	55	14	385
CX1-T104-U10	10 RM	1.83	2.19	92	67	75	15.5	535
CX1-T104-U11	16 RM	1.15	1.39	118	84	98	17.9	790
CX1-T104-U12	25 RM	0.727	0.9273	155	112	131	22.1	1170
CX1-T104-U13	35 RM	0.524	0.6686	186	136	161	24.8	1545
CX1-T104-U14	50 SM	0.387	0.494	225	162	197	26.3	1970
CX1-T104-U15	70 SM	0.268	0.3425	276	204	249	30.4	2825
CX1-T104-U16	95 SM	0.193	0.2471	330	243	303	33.1	3825
CX1-T104-U17	120 SM	0.153	0.1964	374	282	352	37.2	4785
CX1-T104-U18	150 SM	0.124	0.1597	421	321	405	41.7	5875
CX1-T104-U19	185 SM	0.0991	0.1284	475	369	467	46.7	7395
CX1-T104-U20	240 SM	0.0754	0.0988	551	431	554	52.5	9620
CX1-T104-U30	300 SM	0.0601	0.0799	621	493	636	58.1	11995
CX1-T104-U40	400 SM	0.047	0.0641	706	571	741	66.7	15480
CX1-T104-U50	500 SM	0.0366	0.0518	797	653	851	74.2	19815
4 core cables with reduced neutral - Cu/XLPE/PVC								
CX1-T105-U12	25RM / 16RM	0.727 / 1.15	0.9273 / 1.4666	154	111	129	21.2	1075
CX1-T105-U13	35RM / 16RM	0.524 / 1.15	0.6686 / 1.4666	185	133	157	23.2	1365
CX1-T105-U14	50SM / 25RM	0.387 / 0.727	0.494 / 0.9273	226	163	198	26.1	1755
CX1-T105-U15	70SM / 35RM	0.268 / 0.524	0.3425 / 0.6686	277	204	250	30.2	2495
CX1-T105-U16	95SM / 50SM	0.193 / 0.387	0.2471 / 0.494	329	243	301	32.6	3380
CX1-T105-U17	120SM / 70SM	0.153 / 0.268	0.1964 / 0.3425	372	278	347	35.5	4290
CX1-T105-U18	150SM / 70SM	0.124 / 0.268	0.1597 / 0.3425	418	315	397	39.3	5115
CX1-T105-U19	185SM / 95SM	0.0991 / 0.193	0.1284 / 0.2471	472	363	458	44.2	6505
CX1-T105-U20	240SM / 120SM	0.0754 / 0.153	0.0988 / 0.1964	546	424	543	49.7	8415
CX1-T105-U30	300SM / 150SM	0.0601 / 0.124	0.0799 / 0.1597	615	485	624	55	10480
CX1-T105-U40	400SM / 185SM	0.047 / 0.0991	0.0641 / 0.1284	700	560	727	62.7	13460
CX1-T105-U50	500SM / 240SM	0.0366 / 0.0754	0.0518 / 0.0988	789	643	834	70.1	17300

The above data is approximate and subjected to manufacturing tolerance.

rm: Round, Stranded
sm: Sector, Stranded

نقوم بعد ذلك بحسابات فقد الجهد للتأكد من إختيار الكابل المناسب

من جداول السويدى نقوم بإختيار قيمة mVAللكابل 25 مم

Voltage Drop

Voltage Drop for Multi core L.V Cables

Table 19

CSA mm²	Copper Conductor Voltage Drop (mv / AMP / Meter)	
	PVC Insulation & PVC Sheathed	XLPE Insulation & PVC Sheathed
1.5	20.345	20.341
2.5	12.397	13.197
4	7.741	7.731
6	5.199	5.191
10	3.101	3.094
16	1.275	1.282
25	0.957	1.009
35	0.726	0.764
50	0.526	0.552
70	0.402	0.418
95	0.334	0.347
120	0.287	0.297
150	0.246	0.254
185	0.207	0.212
240	0.182	0.185
300	0.160	0.163
400	0.144	0.145

ثم نقوم بالتعويض فى القانون التالى

VD=mVA x I x L/1000

VD=1.009x68.4x120/1000=8.28 8.28/460 1.8 %

الخلاصه بنصمم حجم القاطع والكابل بناء على مصدر الطاقه لمضخة الحريق

طيب معظم المهندسين بتصمم هكذا

الإجابة لا تصمم القاطع فقط للمضخة الرئيسيةMagnetic unit trip protection إنما الجوكى لأ

Should the FRAME of the circuit breaker meet the rated current OR just the current sensor of the circuit breaker?

Example:

Fire Pump 55kW (87.9A * 6.7) = 597.72A.

Circuit breaker (Compact NSX100 model with only MA Unit Trip - Schneider) = In 100A - Magnetic Unit Pickup (Im) = 9 to 14 * In

Setting Im = 9 * In = 9 * 100A = 900A

Im = 900A> 597.72A (LRC fire pump)

تصميم القاطع الكهربائى و الكابل لوحدات الشيلر Chiller

الشيلر هو وحدة تثليج المياة فهو يقوم بخفض درجة حرارة المياة الي 5.5 م لا يبردها فقط.

مكوناتة:

يتكون نظام الشيلر من ثلاثة عناصر رئيسية وهي:

1- مضخات لضخ الماء من المبني وسحب الماء الراجع.

2- جهاز تبريد الماء ويتكون من كمبروسير او اكثر لتبريد المياة.

3- وحدة مناولة الهواء Air Handling Unit وظيفتها تقوم باستقبال الماء البارد القادم من جهاز التبريد وعمل معالجة لها للحصول علي الهواء البارد.

مميزات نظام الشيلر:

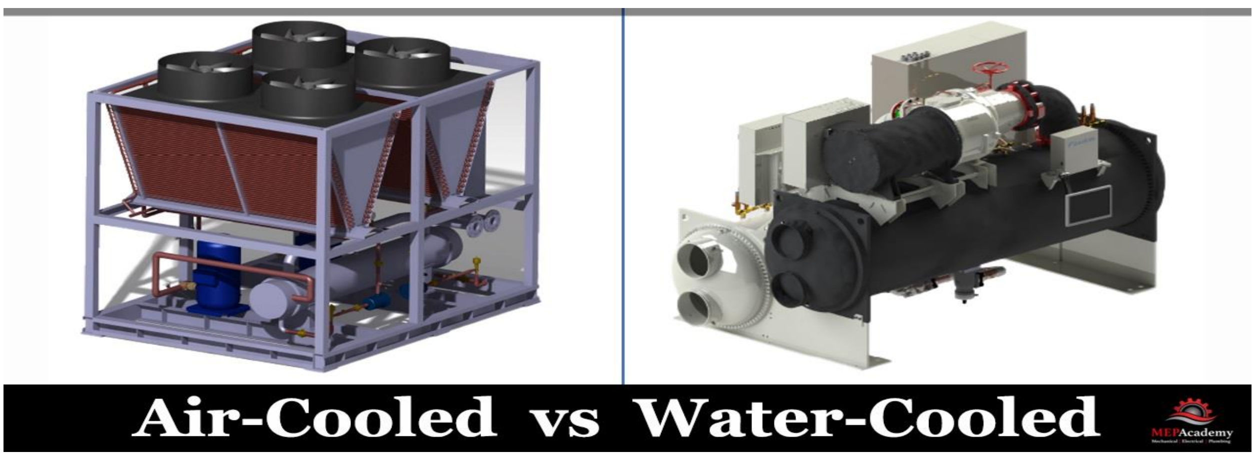
1- الكفاءة العملية والاقتصادية وخاصة للمباني الضخمة.

انواع الشيلرات:

1- شيلر تبريد هواء

ويتم التبريد فية عن طريق الهواء الخارجي وهذا النوع يركب في مكانopen air

2- شيلر تبريد ماء

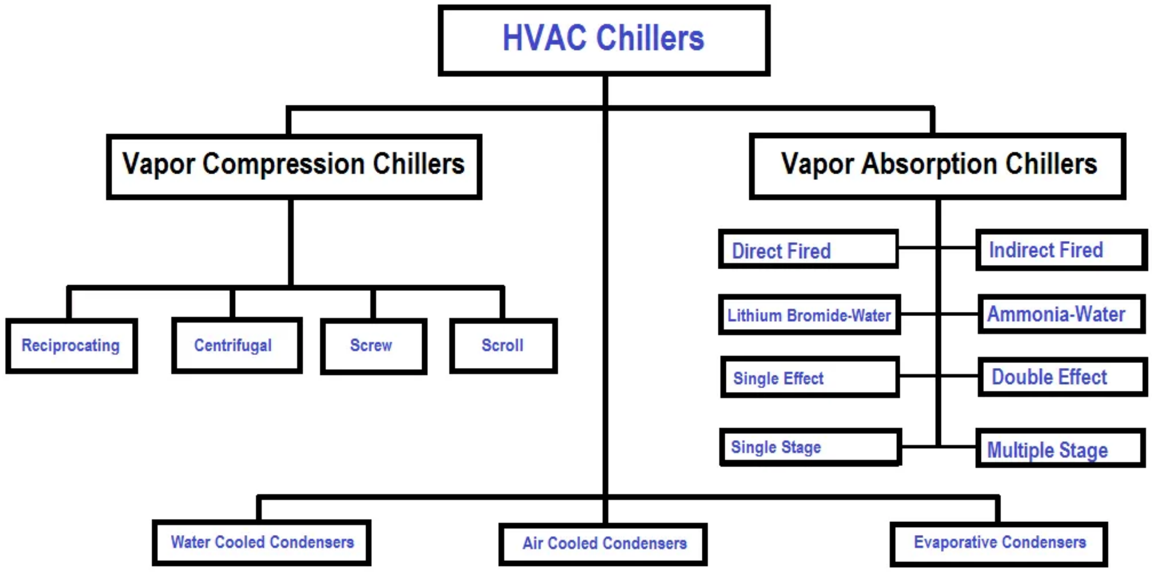


يتكون نظام التبريد بالمياة من 2 دائرة مياة

يتم فيها تبريد المياة عن طريق الشيلر وتكون مياة معالجة كيميائيا حتي لاتسبب تاكل المواسير والمضخات وتكون درجة حرارة هذة المياة منخفضة . ثم تستخدم هذة المياة بعد تبريدها بالشيلر لتبريد غرف المبني حيث تمر بملف من المواسير وعن طريق مروحة يتم دفع الهواء فيدخل الي المكان المراد تكيفية باردا .ويتم التحكم في درحة الحرارة عن طريق) Solenoid valve صمام الملف اللولبي

الضواغط المستخدمة في الشيلرات

1- الضاغط الترددي
2- الضاغط اللولبي
3- الضاغط الدوراني
4- الضاغط الطارد المركزي


HVAC Chillers
Vapor Compression Chillers
Vapor Absorption Chillers
Reciprocating
Centrifugal
Screw
Scroll
Direct Fired
Indirect Fired
Lithium Bromide-Water
Ammonia-Water
Single Effect
Double Effect
Single Stage
Multiple Stage
Water Cooled Condensers
Air Cooled Condensers
Evaporative Condensers



خطوات حساب القاطع الكهربائى والكابل والفيوز للشيلر ؟

أولا:- حسابات Minimum Circuit Ampacity

والتى تستخدم لحسابات الكابل

MCA - Minimum Circuit Ampacity (125 percent of largest compressor RLA + 100 percent of the second compressor RLA + the sum of the condenser fans FLAs)per NEC 440-33

RLA - Rated Load Amps - rated in accordance with UL Standard 1995

ثانيا :- حسابات Max Fuse Circuit Breaker

والتى تستخدم لحسابات القاطع

Max Fuse or HACR type breaker = (225 percent of the largest compressor RLA +100 percent of the second compressor RLA, + the sum of the condenser fan FLA(per NEC 440-22.

ثالثا:- حسابات TIME DELAY OR DUAL ELEMENT (RDE) FUSE SIZE

(RDE)=)150 percent of the largest compressor RLA + 100 percent of the second compressor RLA and the sum of the condenser fan FLAs

رابعا :- حساب قدرة مفتاح الفصل والتوصيل.DIS. SWITCH

The disconnecting means must be at least 115% of the nameplate rated-load current or branch circuit selection current (whichever is greater).

Disconnector Switch =1.15xFLC

المثال الأول:-

يوجد 4 شيلر فى مشروع مستشفى من ماركة Trane قدرة كل تشيلر 350 طن تبريد من النوع (AIR COOLING SECROW TYPE)

ويتكون كل تشيلر من عدد 3كومبرسور(A&B&C)لها الاحمال التالية :-

(RATED LOAD AMPER) RLA

COM#1 -------------------------242 A

COM#2 -------------------------242 A

COM#3 -------------------------203 A

ويحتوى التشيلر على عدد(20مروحة تبريد) حمل كل مروحة(2.7A)

جهد 380 فولت -60 هرتز-3 فاز

والنقطة الهامة جدا" لابد من معرفة عدد الدوائر على كل تشيلر .هناك بعض التشيلرات عليها دائرة كهربية وحيدة وهناك تشيلرات عليها دائرتين كهربيتين منفصلين كما في هذا النوع من التشيلرات .ويمكن معرفة ذلك من كتالوج الشركة الصانعة ومن لوحة البيانات الموجودة على التشيلر .وفى هذا النوع لدينا دائرتين على كل تشيلر.(CK1&CK2) وكل دائرة لها تغذية كهربية مستقلة ومنفصلة عن الاخرى.

Electrical Connection #1

تحتوى على عدد 2 كومبروسر وعدد 14 مروحة تبريد

Electrical Connection #2

تحتوى على عدد 1 كومبروسر وعدد 6مروحة تبريد

RLA for COM#1=242 A

RLA for COM#2 =242A

RLA for COM#3=203A

الحسابات المطلوبة لكل تشيلر طبقا" لـ(NEC)

أولا:- حسابات Minimum Circuit Ampacity

والتى تستخدم لحسابات الكابل

MCA for Electrical Connection #1

MCA=1.25x242+242+14x2.7=581 A

MCA for Electrical Connection #2

MCA=1.25x203+6x2.7=269 A

ثانيا :- حسابات Max Fuse Circuit Breaker

والتى تستخدم لحسابات القاطع

MOP for Electrical Connection #1

MOP=2.25X242+242+14X2.7=823 A

MOP for Electrical Connection #2

MOP=2.25X203+6X2.7=472 A

ثالثا:- حسابات TIME DELAY OR DUAL ELEMENT (RDE) FUSE SIZE

RDE For Electrical Connection #1

RDE=1.5x242+242+14x2.7=642A

RDE For Electrical Connection #2

RDE=1.5X203+6X2.7=320A

إذا قمنا بمراجعة لوحة البيانات للشيلر من نوع RTAC 350 مع Data sheet المرفقه سنجد الأرقام قريبه جدا



TRANE

Installation Electrical

Tab. IV-08 Unit electrical data for standard efficiency at all ambient operation

	Unit Wiring					Motor Data							
						Compressor (Each)				Fans (Each)			
Unit Size	Rated Voltage	# of Power Conns (1)	MCA (3) Ckt1/Ckt2	Max. fuse HACR Breaker or MOP(11) Ckt1/Ckt2	Rec. Time rec. delay or RDE(4) Ckt1/Ckt2	Qty.	RLA (5) Ckt1/Ckt2	XLRA (8) Ckt1/Ckt2	YLRA (8) Ckt1/Ckt2	Qty. Ckt1/Ckt2	kW	FLA	Control kW (7)
RTAC 140	230/60/3	1	581	800	700	2	235-235	NA	427-427	8	0,75	4,6	0.83
	380/60/3	1	348	450	400	2	142-142	801-801	260-260	8	0,75	2,7	0.83
	440/60/3	1	288	400	350	2	118-118	652-652	212-212	8	0,75	2,2	0.83
RTAC 155	230/60/3	1	641	800	800	2	278-235	NA	506-571	9	0,75	4,6	0.83
	380/60/3	1	380	500	450	2	168-142	973-801	316-260	9	0,75	2,7	0.83
	440/60/3	1	317	450	400	2	139-118	774-652	252-212	9	0,75	2,2	0.83
RTAC 170	230/60/3	1	691	800	800	2	278-278	NA	506-506	10	0,75	4,6	0.83
	380/60/3	1	413	500	500	2	168-168	973-973	316-316	10	0,75	2,7	0.83
	440/60/3	1	341	450	400	2	139-139	774-774	252-252	10	0,75	2,2	0.83
RTAC 185	230/60/3	1	770	1000	1000	2	336-278	NA	571-506	11	0,75	4,6	0.83
	380/60/3	1	460	600	600	2	203-168	1060-973	345-316	11	0,75	2,7	0.83
	440/60/3	1	380	500	450	2	168-139	878-774	285-252	11	0,75	2,2	0.83
RTAC 200	230/60/3	1	834	1000	1000	2	336-336	NA	571-571	12	0,75	4,6	0.83
	380/60/3	1	499	700	600	2	203-203	1060-1060	345-345	12	0,75	2,7	0.83
	440/60/3	1	412	500	500	2	168-168	878-878	285-285	12	0,75	2,2	0.83
RTAC 225	230/60/3	1	920	1200	1200	2	399-336	NA	691-571	13	0,75	4,6	0.83
	380/60/3	1	551	700	700	2	242-203	1306-1060	424-345	13	0,75	2,7	0.83
	440/60/3	1	454	600	600	2	200-168	1065-878	346-285	13	0,75	2,2	0.83
RTAC 250	230/60/3	1	989	1200	1200	2	399-399	NA	691-691	14	0,75	4,6	0.83
	380/60/3	1	594	800	700	2	242-242	1306-1306	424-424	14	0,75	2,7	0.83
	440/60/3	1	489	600	600	2	200-200	1065-1065	346-346	14	0,75	2,2	0.83
RTAC 275	230/60/3	2	681/459	800/700	800/600	3	278-278/336	NA	506-506/571	10/6	0,75	4,6	1.2
	380/60/3	2	413/275	500/450	500/350	3	168-168/203	973-973/1060	316-316/345	10/6	0,75	2,7	1.2
	440/60/3	2	341/227	450/350	400/300	3	139-139/168	774-774/878	252-252/285	10/6	0,75	2,2	1.2
RTAC 300	230/60/3	2	834/459	1000/700	1000/600	3	336-336/336	NA	571-571/571	12/6	0,75	4,6	1.2
	380/60/3	2	499/275	700/450	600/350	3	203-203/203	1060-1060/1060	345-345/345	12/6	0,75	2,7	1.2
	440/60/3	2	412/227	500/350	500/300	3	168-168/168	878-878/878	285-285/285	12/6	0,75	2,2	1.2
	230/60/3	2	989/459	1200/700	1200/600	3	399-399/336	NA	691-691/571	14/6	0,75	4,6	1.2
RTAC 350	380/60/3	2	594/275	800/450	700/350	3	242-242/203	1306-1306/1060	424-424/345	14/6	0,75	2,7	1.2
	440/60/3	2	490/227	600/350	600/300	3	200-200/168	1065-1065/973	346-346/285	14/6	0,75	2,2	1.2

رابعا :- حساب قدرة مفتاح الفصل والتوصيل.DIS. SWITCH

=قدرة الحمل الكلى بالامبير * NEC430-110)1.15) .

DIS.SWITCH#1 =1.15x(242+242+14x2.7) =611A

DIS.SWITCH#2=1.15x(203+6x2.7) =249A

خامسا :- حساب الكابل المغذي إلىCK#1&CK#2

Cable Size for CK#1 from MCA Value =581A

وبعد حسابات Deratings Factor ولتكن 0.7 أقصى سعة تياريه للكابل

CCA=581/0.7=830A

وليكن سنقوم بإستخدام 2 كابل 2/830=415 أمبير

ومن جداول كابلات بحره سنختار الكابل 185 ملل وقيمة Current Rating له هى 418 أمبير

سادسا :- حسابات SCR &Voltage Drop لهذا الكابل

إذا كانت المسافه بين مصدر الكهرباء إلى وحدة الشيلر الأولى هى 120 متر

سنقوم بإستخدام المعادله التاليه

VD=mVA X IX L/1000

وقيمة mVA للكابلات متعددة الكور من جداول كابلات بحره كانت 0.27

VD=0.27x (581/2) x120/1000

VD=2.4%

نقوم أيضا بإستخدام كابل 150 ملل

VD=0.31x (581/2) x120/1000

VD=2.8%

نقوم بمثل هذه الحسابات لCK2

مثال آخر

يوجد بالمشروع لدينا عدد (3) تشيلر ماركة كاريير قدرة كل تشيلر (375 طن تبريد)

من النوع (AIR COOLING SECROW TYPE) ويتكون كل تشيلر من عدد(3كومبرسور(A&B&C)لها الاحمال التالية :-

COMP(A) 330.8A

COMP(B) 204.2A

COMP(C) 330.8A

ويحتوى التشيلر على عدد(22مروحة تبريد) حمل كل مروحة(6.5A)

وفى هذا النوع لدينا دائرتين على كل تشيلر.(CK1&CK2)

Circuit Breaker #1

تتكون من كومبرسور (A) فقط+عدد(8) مروحة.

Circuit Breaker #2

تتكون من كومبرسور+ (B+A) عدد (14) مروحة.

أولا" : - حساب مقطع الكابل المغذى للدائرة الاولى(CK1)

(MIN IMUM CIRCUIT AMPACITY)وتختصر .(M.C.A)

وهى أقل سعة تيارية للكابل للحمل المراد تغذيتة وتحسب كالاتى(NEC440-33) :-

(أكبر حمل موجود مضروبا" *1.25 + مجموع باقى الاحمال الموجودة على الدائرة) وهنا الاحمال من الكتالوج محسوبة بالامبير (RATED LOAD AMPER R.L.A).

:- الدائرة الاولى - :(CK1)

MCA= (1.25 x 330.8) + +(8 x 6.5) = 465.5 AMP

وهى أقل سعة تيارية للكابل.

وبتطبيقDerating factorولتكن مثلا"(0.6) وتكون أقصى سعة تيارية للكابل كالاتى -"

(MCA/0.6) =465.5/0.6 = 776 A

ومن كتلوج كابلات الرياض نختار الكابلات كالتالى :-

(776/2 CABLE) = 389A.

نحتاج لكابل مقطع mm150

. وبعد ذلك نحسب الهبوط في الجهد حسب القيم المطلوبة. 2(4x150mm2) +70mm2 REQ CABLE

ثانيا :-حساب قدرة مفتاح الفصل والتوصيل.DIS. SWITCH

=قدرة الحمل الكلى بالامبير * 1.15(NEC430-110) .

D.S = 1.15x(330.8+(8x6.5)) =440A

لإسوف نأخذ أقرب قيمة موجودةSTANDARD VALUE

ثالثا" حساب قدرة قاطع الحماية (MOCP) كالتالى

للدائرة(CK1)

(قدرة أكبرحمل * 2.25+ مجموع باقى الاحمال)

MOCP= (2.25x330.8) +(8x6.5)= 796A

وبالمثل بنفس الطريقة والحسابات للدائرة CK2 وتكون النتائج كالتالى :-

MCA for CK2# 1.25x330.8+204.2+14x6.5=709A

MOCP for CK#2=2.25x330.8+204.2+14x6.5=1039A

حساب القاطع والفيوز والأوفرلود للمحركات التى تكون طريقة البدء فى تشغيلها من النوعDOL

يُعرف DOL Starter (Direct Online Starter) عبارة عن جهاز يتكون من الموصل الرئيسي وأجهزة الحماية وترحيل الحمل الزائد الذي يستخدم في عمليات بدء تشغيل المحرك .يتم استخدامه لتصنيف منخفض عادة للمحركات التى أقل من 5 حصان.

في طريقة البدء المباشر لبدء تشغيل المحرك ، يتم توصيل لفات الجزء الثابت للمحرك مباشرة حيث تحمي DOL دائرة المحرك من تيار التدفق العالي الذي قد يؤدي إلى إتلاف الدائرة الكلية لأن التيار الأولي أعلى بكثير من التيار المقنن الكامل

ويوفر أيضا الحمايات التالية للمحركات .

Overcurrent Protection

Overload Protection

Thermal Overload Relay

Magnetic overload relay

Electronic Overload Relay

التطبيقات:

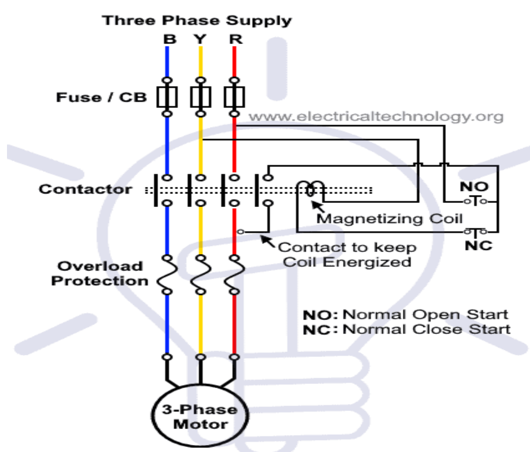
يتم استخدام مشغلات DOL للمحرك الذي يحتوي على معدلات طاقة منخفضة.

حيث لا يؤدي تيار البدء إلى إتلاف ملفات المحرك.

بالنسبة للتطبيقات التي لا يتسبب فيها تيار البدء في حدوث انخفاضات كبيرة في جهد الخط.

تُستخدم المشغلات المباشرة لمضخات المياه الصغيرة والمراوح والضواغط.

Calculate Size of Contactor, Fuse, C.B, Overload Relay of DOL Starter



Direct Online Starter (DOL)

مثال احسب سعة القاطع والفيوز والأفرلود لمحرك نوع التيار الإبتدائى له من نوع التوصيل DOL

The System Voltage 415V ,5HP Three Phase Household Application Induction Motor, Code A, Motor efficiency 80%, Motor RPM 750, Power Factor 0.8, Overload Relay of Starter is Put before Motor.

الحل

أولا : - حساب عزم المحرك والتيار

1-Basic Calculation of Motor Torque & Current:

Motor Rated Torque (Full Load Torque) =9500xKW/RPM

Motor Rated Torque (Full Load Torque) =9500x (5×0.746)/750 =47 Nm

لو كان سعة المحرك أقل من 30 كيلو وات

يبقى بدء تشغيل عزم الدوران

Motor Starting Torque is 3xMotor Full Load Current

ولو أكبر من 30 كيلو وات

Motor Starting Torque is 2x Motor Full Load Current

وحسب هذا المثال فالمحرك اقل من 30 كيلو وات

Motor Starting Torque==3×47=142 Nm.

Motor Lock Rotor Current =1000xHPx figure /1.732×415

وكود المحرك حسب المثال هو Code A ومن الجدول رقم 1

MIN=1 & MAX=3.14

Minimum Locked Rotor Current =1000x5x1/1.732×415=7 Amp

Maximum Locked Rotor Current =1000x5x3.14/1.732×415=22 Amp.

من المعادلة الأتية وهى FLC ثانيا : نحسب

Motor Full Load Current (Line) =KWx1000/1.732×415

الجدول الأول	Locked Rotor Current	
Code	Min	Max
A	1	3.14
B	3.15	3.54
C	3.55	3.99
D	4	4.49
E	4.5	4.99
F	5	2.59
G	2.6	6.29
H	6.3	7.09
I	7.1	7.99
K	8	8.99
L	9	9.99
M	10	11.19
N	11.2	12.49
P	12.5	13.99
R	14	15.99
S	16	17.99
T	18	19.99

أولا-حسابات FLC for Line

Motor Full Load Current (Line) = (5×0.746) x1000/1.732×415x0. 8x0.8=8.1 Amp.

او ممكن نقوم بحسابته من جدول NEC المرفق 420

=17.5x200/415=8.4

TABLE 430.250 Full-Load Current, Three-Phase Alternating-Current Motors

The following values of full-load currents are typical for motors running at speeds usual for belted motors and motors with normal torque characteristics.

The voltages listed are rated motor voltages. The currents listed shall be permitted for system voltage ranges of 110 to 120, 220 to 240, 440 to 480, and 550 to 600 volts.

	Induction-Type Squirrel Cage and Wound Rotor (Amperes)							Synchronous-Type Unity Power Factor* (Amperes)			
Horsepower	115 Volts	200 Volts	208 Volts	230 Volts	460 Volts 400V	575 Volts	2300 Volts	230 Volts	460 Volts	575 Volts	2300 Volts
½	4.4	2.5	2.4	2.2	1.1	0.9	—	—	—	—	—
¼	6.4	3.7	3.5	3.2	1.6	1.3	—	—	—	—	—
1	8.4	4.8	4.6	4.2	2.1	1.7	—	—	—	—	—
1½	12.0	6.9	6.6	6.0	3.0	2.4	—	—	—	—	—
2	13.6	7.8	7.5	6.8	3.4	2.7	—	—	—	—	—
3	—	11.0	10.6	9.6	4.8	3.9	—	—	—	—	—
5	—	17.5	16.7	15.2	7.6	6.1	—	—	—	—	—
7½	—	25.3	24.2	22	11	9	—	—	—	—	—
10	—	32.2	30.8	28	14	11	—	—	—	—	—
15	—	48.3	46.2	42	21	17	—	—	—	—	—
20	—	62.1	59.4	54	27	22	—	—	—	—	—
25	—	78.2	74.8	68	34	27	—	53	26	21	—
30	—	92	88	80	40	32	—	63	32	26	—
40	—	120	114	104	52	41	—	83	41	33	—
50	—	150	143	130	65	52	—	104	52	42	—
60	—	177	169	154	77	62	16	123	61	49	12
75	—	221	211	192	96	77	20	155	78	62	15
100	—	285	273	248	124 142.6	99	26	202	101	81	20
125	—	359	343	312	156	125	31	253	126	101	25
150	—	414	396	360	180	144	37	302	151	121	30
200		552	528	480	240	192	49	400	201	161	40
250	—	—	—	—	302	242	60	—	—	—	—
300	—	—	—	—	361	289	72	—	—	—	—
350	—	—	—	—	414	336	83	—	—	—	—
400	—	—	—	—	477	382	95	—	—	—	—
450	—	—	—	—	515	412	103	—	—	—	—
500	—	—	—	—	590	472	118	—	—	—	—

ثانيا -حسابات FLC for phase

Motor Full Load Current (Phase)=Motor Full Load Current (Line)/1.732

Motor Full Load Current (Phase)=8.1/1.732=4.6 Amp

بعد كذلك نقوم بحساب تيار بدء تشغيل المحرك وهو يكون من 6 الى 7 مرات من FLC فى حالة DOL

Motor Starting Current =6 to 7 x Full Load Current.

Motor Starting Current (Line)=7×8.1=56.7 Amp

ثالثا : حسابات Fuse Size

من الجدول رقم Fuse as per NEC 430-522

نوع المحرك Induction Motor و3 فاز وسوف نستخدم نوع الفيوزTime Delay Fuse

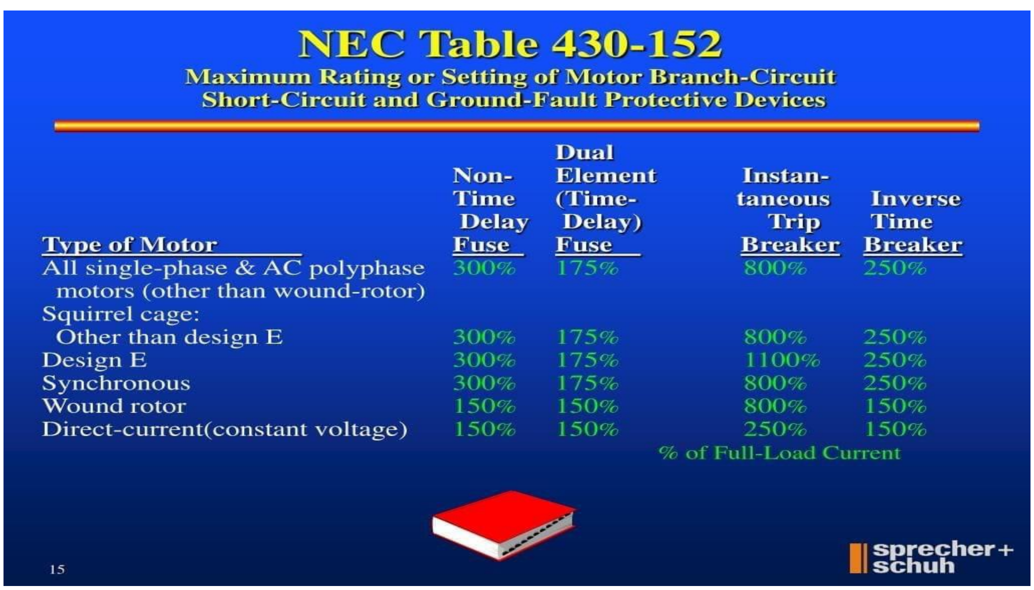
Maximum Size of no Time Delay Fuse =300% x Full Load Line Current.

Maximum Size of no Time Delay Fuse =300%x 8.1= 24.3 Amp.

ولو استخدمنا النوع الأخرTime Delay fuse F-

Maximum Size of Time Delay Fuse =1.75% x Full Load Line Current.

Maximum Size of Time Delay Fuse=1.75%8=14 Amp.



NEC Table 430-152

Maximum Rating or Setting of Motor Branch-Circuit Short-Circuit and Ground-Fault Protective Devices

Type of Motor	Non-Time Delay Fuse	Dual Element (Time-Delay) Fuse	Instantaneous Trip Breaker	Inverse Time Breaker
All single-phase & AC polyphase motors (other than wound-rotor)	300%	175%	800%	250%
Squirrel cage:				
Other than design E	300%	175%	800%	250%
Design E	300%	175%	1100%	250%
Synchronous	300%	175%	800%	250%
Wound rotor	150%	150%	800%	150%
Direct-current(constant voltage)	150%	150%	250%	150%

% of Full-Load Current

15

sprecher+schuh

رابعا : حسابات القاطع للمحرك

من الجدول رقم Circuit Breaker as per NEC 430-523

Maximum Size of Instantaneous Trip Circuit Breaker =800% x Full Load Line Current.

Maximum Size of Instantaneous Trip Circuit Breaker =800%x8.1= 64.8 Amp.

Maximum Size of Inverse Trip Circuit Breaker =250% x Full Load Line Current.

Maximum Size of Inverse Trip Circuit Breaker =250%x8= 20 Amp.

خامسا : حسابات الأوفرلود الحرارى

أولاً أقل قيمة للأوفرلود للفازة

Min Thermal Overload Relay setting =70%xFull Load Current (Phase)

Min Thermal Overload Relay setting =70%x4.6= 3.22 Amp

ثانيا :أكبر قيمة للاوفرلود للفازة

Max Thermal Overload Relay setting =120%xFull Load Current (Phase)

Max Thermal Overload Relay setting =120%x4.1= 4.92 Amp

ولو ل line

Thermal overload Relay setting =100%xFull Load Current (Line).

Thermal overload Relay setting =100%x8.1= 8.1 Amp

سادسا : حساب الكونتاكتور

من الجدول رقم 4

جدول رقم ٤ Application	Contactor	Making Cap
Non-Inductive or Slightly Inductive ,Resistive Load	AC1	1.5
Slip Ring Motor	AC2	4
Squirrel Cage Motor	AC3	10
Rapid Start / Stop	AC4	12
Switching of Electrical Discharge Lamp	AC5a	3
Switching of Electrical Incandescent Lamp	AC5b	1.5
Switching of Transformer	AC6a	12
Switching of Capacitor Bank	AC6b	12
Slightly Inductive Load in Household or same type load	AC7a	1.5
Motor Load in Household Application	AC7b	8
Hermetic refrigerant Compressor Motor with Manual O/L Reset	AC8a	6
Hermetic refrigerant Compressor Motor with Auto O/L Reset	AC8b	6
Control of Restive & Solid State Load with opto coupler Isolation	AC12	6
Control of Restive Load and Solid State with T/C Isolation	AC13	10
Control of Small Electro Magnetic Load (<72VA)	AC14	6
Control of Small Electro Magnetic Load (>72VA)	AC15	10

Type of Contactor= AC7b

1-Size of Main Contactor = 100%X Full Load Current (Line).

Size of Main Contactor =100%x8.1 = 8.1 Amp.

ولقيام بعمل Making/Breaking Capacity of Contactor

= Value above Chart x Full Load Current (Line).

القيمة من العمود رقم 3 من الجدول رقم 4 هتكون 8

Making/Breaking Capacity of Contactor=8×8.1= 64.8 Amp.

سابعا :-حساب الكابلات للمحرك على حسب NEC

NEC Code 430.22 (Size of Cable for Single Motor):

Size of Cable for Branch circuit which has Single Motor connection is 125% of Motor Full Load Current Capacity

Min Capacity of Cable= (8.1X125%) =10.125 Amp.

بعد ذلك نقوم بحساب معاملات derating factor ونختار الكابل المناسب

حساب القاطع والفيوز والأوفرلود للمحركات طريقة توصيل ستار - دلتا

ما هي دائرة ستار دلتا ؟

دائرة ستار دلتا Star-Delta Starter هي دائرة تحكم كهربائية بسيطة وفعالة تستخدم لبدء تشغيل المحرك الكهربائي وتعمل على خفض تيار البدء بمقدار الثلث من تيار الحمل الكامل، وكذلك خفض عزم البدء بمقدار الثلث وذلك بتوصيل المحرك في بداية تشغيله بطريقة ستار Star حتى يصل إلى سرعة الحمل الكامل يتم تبديل توصيل ملفاته إلى دلتا تتكون دائرة ستار دلتا عادةً من ثلاثة كونتاكتور وقاطع كهربائي وتايمر لتحديد زمن تبديل ستار إلى دلتا.

مبدأ عمل دائرة ستار دلتا

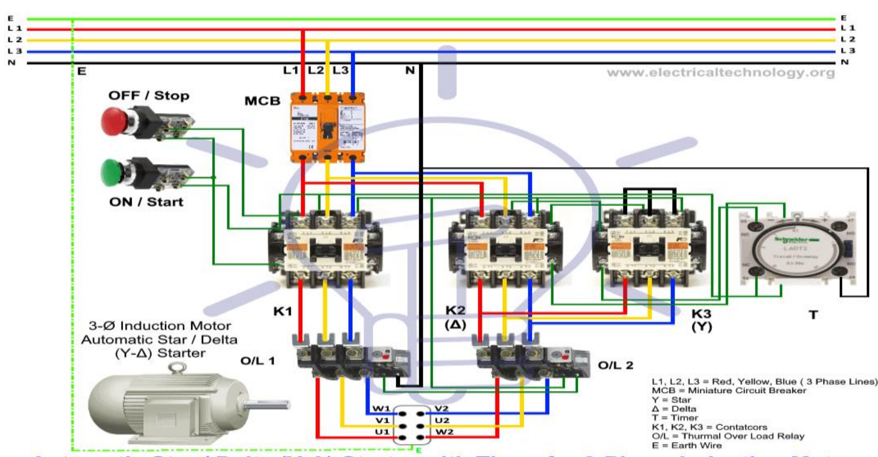
يتم الانتقال من ستار إلى دلتا باستخدام ثلاثة كونتاكتور ومؤقت زمني غالبًا ما يُشار إلى الكونتاكتور التي تعمل أثناء التشغيل باسم الكونتاكتور الرئيسي، وكونتاكتر دلتا الكونتاكتر الثالث هو كونتاكتور ستار والذي يحمل تيار ستار فقط أثناء بدء التشغيل

يبدأ تشغيل المحرك بغلق الكونتاكتر الرئيسي وكونتاكتر ستار وهذا يعمل على خفض الجهد بمقدار 3√ وكذلك يتم خفض تيار وعزم البدء بمقدار الثلث(3/1)، وتبدا سرعة المحرك بالزيادة وتستقر عند حوالي 75-80% من السرعة المقننة في هذه الحالة ما يزال المحرك يعمل عند قيمة أقل من سرعة البدء المقننة، ويتم تشغيل التايمر (المؤقت الزمني) المتصل في الدائرة، يقوم أولاً بفصل كونتاكتر ستار ثم توصيل كونتاكتر دلتا ويعمل المحرك بتوصيلة دلتا عند الجهد والتيار الطبيعي.

يتم عمل قفل كهربائي بين كونتاكتر ستار وكونتاكتر دلتا وذلك لضمان عدم تشغيلهما في وقت واحد.

التبديل بين حالة ستار ودلتا يتم التحكم بها بواسطة تايمر (مؤقت زمني) والذي يحدد كم المدة الزمنية التي سيعمل المحرك في حالة ستار.

القفل الكهربائي بين كونتاكتر ستار ودلتا يمنع حدوث قصر كهربائي بين الفازات، حيث أنه لا يمكن لكونتاكتر ستار العمل مع كونتاكتر دلتا بنفس الوقت، ومن الجدير بالذكر أنه يحدث انقطاع للكهرباء عن ملفات المحرك عند فتح كونتاكتر ستار وتعود عند اغلاق كونتاكتر دلتا



Automatic Star / Delta (Y-Δ) Starter with Timer for 3-Phase Induction Motor

Abbreviations: (FOR Control Wiring of Three Phase Star Delta Starter with Timer)

- **R, Y, B** = Red, Yellow, Blue (3 Phase Lines)
- **C.B** = General Circuit Breaker
- **Main** = Main Supply
- **Y** = Star

- **Δ** = Delta
- **1a** = Timer
- **C1, C2, C3** = Contactors (For Power & Control Diagram)
- **O/L** = Overload Relay
- **NO** = Normally Open
- **NC** = Normally Closed
- **K1** = Contactor (Contactor coil)
- **K1/NO** = Contactor Holding Coil (Normally Open)

تطبيقاتStar Delta Starter

كما نعلم ، فإن الغرض الرئيسي من star delta starter هو بدء تشغيل المحرك الحثي ثلاثي الطور في Star Connection أثناء التشغيل في.Delta Connection

مع الأخذ في الاعتبار أنه لا يمكن استخدام Star Delta Starter إلا للجهد المنخفض إلى المتوسط والمحركات الحثية لعزم الدوران الخفيف. في حالة البدء المباشر على الخط (D.O.L) ، يكون تيار الاستقبال عند المحرك حوالي 33٪ بينما ينخفض عزم بدء التشغيل بحوالي 25-30٪. بهذه الطريقة ، يمكن استخدام Star Delta Starter فقط للأحمال الخفيفة أثناء بدء تشغيل المحرك. خلاف ذلك ، لن يبدأ محرك الحمل الثقيل بسبب انخفاض عزم الدوران الذي يحتاج إلى تسريع المحرك إلى السرعة المقدرة أثناء التحويل إلى اتصال دلتا.

مثال احسب سعة القاطع والفيوز والأفرلود لمحرك نوع التيار الإبتدائى له Star delta

The System Voltage 415V ,10HP

Three Phase Household Application Induction Motor

Code A, Motor efficiency 80%, Motor RPM 600

Power Factor 0.8, Put in the wingdings (overload is placed after the Winding Split into main and delta Contactor) or in the line (Putting the overload before the motor same as in DOL).

الحل

أولا : - حساب عزم المحرك والتيار

1-Basic Calculation of Motor Torque & Current:

Motor Rated Torque (Full Load Torque) =9500xKW/RPM

Motor Rated Torque (Full Load Torque) =9500x(5×0.746)/600 =119 Nm

لو كان سعة المحرك أقل من 30 كيلو وات

يكون بدء تشغيل عزم الدوران

Motor Starting Torque is 3xMotor Full Load Current

ولو أكبر من 30 كيلو وات

Motor Starting Torque is 2x Motor Full Load Current

وحسب هذا المثال فالمحرك اقل من 30 كيلو وات

Motor Starting Torque=3×119=356 Nm.

Motor Lock Rotor Current =1000xHPx figure /1.732×415

وكود المحرك حسب المثال هو Code A ومن الجدول رقم 1السابق

MIN=1 & MAX=3.14

Minimum Locked Rotor Current =1000x10x1/1.732×415=14 Amp

Maximum Locked Rotor Current =1000x10x3.14/1.732×415=44 Amp.

ثانيا : نقوم بحساب FLC من المعادلة الآتية وهى

Motor Full Load Current (Line) =KWx1000/1.732×415

1-حساباتFLC for Line

Motor Full Load Current (Line) = (10×0.746) x1000/1.732×415 x0. 8x0.8=16.2 Amp.

او نقوم بإختيارها من جدول NEC 430 السابق

=32.2x200/415=15.5 AMP

2 -حساباتFLC for phase

Motor Full Load Current (Phase)=Motor Full Load Current (Line)/1.732

Motor Full Load Current (Phase)==16.2/1.732=9.3 Amp

بعد ذلك نقوم بحساب تيار بدء تشغيل المحرك وهو يكون من 3 مرات من FLC فى حالةS D

Motor Starting Current =3 x Full Load Current.

Motor Starting Current (Line)=3×16.2=48.6Amp

ثالثا : حساباتFuse Size

من الجدول رقم Fuse as per NEC 430-522

نوع المحرك Induction Motor و3 فاز وهنستخدم نوع الفيوز No Time Delay Fuse

Maximum Size of No Time Delay Fuse =300% x Full Load Line Current.

Maximum Size of No Time Delay Fuse =300%x 16.2= 48.6 Amp. As per table 240-6 size =50A

ولو استخدمنا النوع الأخرF Time Delay fuse-

Maximum Size of Time Delay Fuse =1.75% x Full Load Line Current.

Maximum Size of Time Delay Fuse=1.75%16.2=28.35 Amp. As per table 240-(6) =30A

رابعا : حسابات القاطع للمحرك

من الجدول رقم Circuit Breaker as per NEC 430-523

1-Maximum Size of Instantaneous Trip Circuit Breaker (Protectors MCP) =800% x Full Load Line Current.

Maximum Size of Instantaneous Trip Circuit Breaker =800%x16.2= 129.6 Amp. As per table 240-(6) =125A

2-Maximum Size of Inverse Trip Circuit Breaker =250% x Full Load Line Current.

Maximum Size of Inverse Trip Circuit Breaker =250%x16.2= 40.5 Amp. CB=45A

3- Motor Protection Circuit Breaker (MPCB)=125% x FLC

MPCB=1.25 x 16.2 =20.25 A CB=25A

خامسا : حسابات الأوفرلود الحرارى

أولاً أقل قيمة للأوفرلود للفازة

Min Thermal Overload Relay setting =70%xFull Load Current (Phase)

Min Thermal Overload Relay setting =70%x9.3= 6.51 Amp

ثانيا :أكبر قيمة للاوفرلود للفازة

Max Thermal Overload Relay setting =120%xFull Load Current (Phase)

Max Thermal Overload Relay setting =120%x9.3= 11.16 Amp

ولو ل line يوجد موضعين لوضع الأفرلود

فى بعض دوائر Star/Delta يوضع الأوفرلود بعد الفيوزات مباشرة وفى دوائر أخرى يوضع بعد خروج الكونتاكتورCM

1 -فى الحاله الأولى يتم ضبط الأوفرلود على تيار الحمل الكامل للمحرك

I(Overload) =1.15 *motor full load current

I (Overload)=1.15*16.2=18.63 A

2 -فى الحاله الثانيه يتم ضبط الأوفرلود على تيار المحرك وهو يعمل ستار

I(star)= (1/√3) * motor full load current = 0.58 * I(fl) I(Overload) =1.15 *I(star)

يتراوح هذا المعامل من 1.15 إلى 1.25 وطبقا للكود NEC يتم إختياره 1.25

I (Overload) = 0.58*16.2=9.3 A

I (Overload)=1.25*9.3=11.6 A

سادسا : حساب الكونتاكتور

Selection of contactors:

يتم إختيار الكونتاكتور كالآتى

1 – بالنسبه لـ: Main & Delta Contactor

I (Main Contactor &Delta Contactor) = 58%* FLC

2 -بالنسبه لـ: Star Contactor

I (Start Contactor) =33%*FLC

الجدول رقم 4 السابق

Type of Contactor= AC1

Making/Breaking Capacity of Contactor= Value above Chart x Full Load Current (Line).

Making/Breaking Capacity of Contactor=1.5×16.2= 24.3Amp.

Size of Star Contactor (Starting Condition) = 33%X Full Load Current (Line).

Size of Star Contactor =33%x16.2 = 5.3 Amp.

Size of Main Contactor (Starting-Transition-Running) = 58%X Full Load Current (Line).

Size of Main Contactor =58%x16.2 = 9.3 Amp.

Size of Delta Contactor (Running Condition) = 58%X Full Load Current (Line).

Size of Delta Contactor =58%x16. 2= 9.3 Amp.

سابعا :-حساب الكابلات للمحرك على حسبNEC

NEC Code 430.22 (Size of Cable for Single Motor):

Size of Cable for Branch circuit which has Single Motor connection is 125% of Motor Full Load Current Capacity

Min Capacity of Cable= (16.2X125%) =20.25 Amp.

بعد ذلك نقوم بإستخدام جداول derating factor ونختار الكابل المناسب

وحساب الكابلات بين توصيلة الدلتا والمحرك سوف تكون كالتالى:-

=16.2x72%=11.6 A

ولحساب Safety switch =115%xFLC

حساب القدرة المطلوبه لمحرك المصاعد

المِصْعَد هو وسيلة نقل تنقل الناس والبضائع عمودياً من الأسفل نحو الأعلى وبالعكس، ويوضع المصعد عادة في المباني كثيرة الطوابق، وذلك بغرض تسهيل الصعود إلى الطوابق العليا بدون مشقة. بسبب القوانين في بعض البلدان، فإن المصاعد قد تكون من المطالب القانونية في بعض المباني الكبيرة، خاصةً إن كانت الوسائل الأخرى غير عملية.

يوجد معادلة لحساب القدرة الكهربائية لمحرك المصاعد كالتالى

M= P x 75 x 9.81 x S x(1-CF)/ EF

P is the rated passenger number in the car.

عدد الركاب داخل المصعد

75 stands for 75 kg/passengers;

الوزن المتوسط للراكب داخل المصعد

9.81 is the acceleration due to gravity;

عجلة الجاذبية

s is the rated top speed.

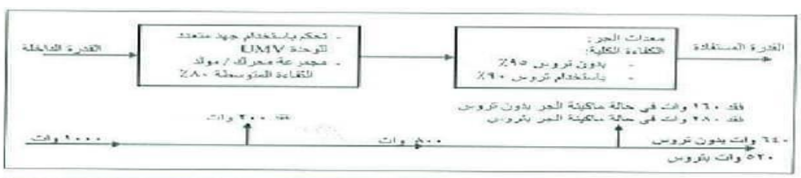
سرعة المصعد

CF is the counterweight factor (a factor less than 1);

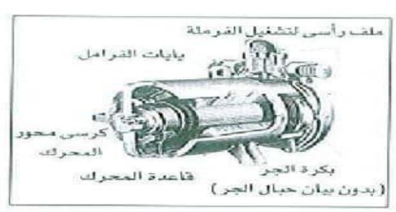
η

is the total efficiency of the installation (taken around 85%).

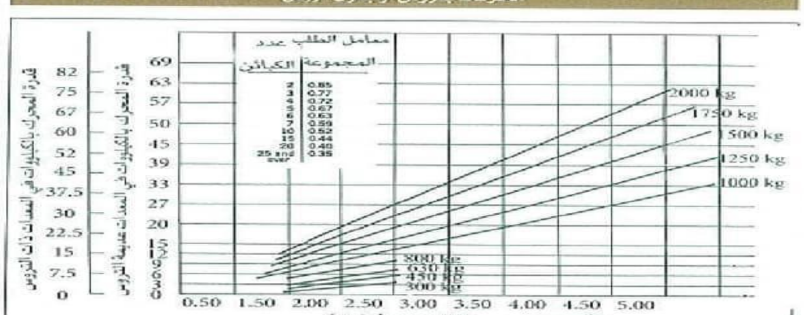
.For a hydraulic lift, the same formula can be used by replacing CF by -1



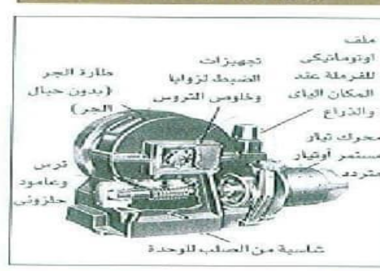
شكل رقم (٥) رسم تخطيطي لبيان الفقد التفصيلي لكل ك.و. في نظام المصاعد التي تستخدم محركات بتروس أو بدون تروس



شكل رقم (٣) ماكينة للجر بدون تروس (محرك تيار مستمر فقط)



شكل رقم (٦): العلاقة بين سرعة المصعد وقدرة المحرك بالكيلو وات عند حمولات كبائن مختلفة



شكل رقم (٤) ماكينة الجر ذات التروس (محرك تيار مستمر أو متردد)

Motor	Torque (Nm)	Power (kW)	Motor inertia (kgm^2)
A	138	13.5	0.55
B	167	16	0.62
C	200	19.5	0.77
D	248	24	1.1
E	286	27.5	1.3
F	325	31	1.52

size of the motor.

Table 3-2 Motor Sizing

Car Speed Feet / Min.	100	150	200	250	300	350	400	500	700
Car Speed Meters / Sec.	0.5	0.75	1.0	1.25	1.5	1.75	2.0	2.5	3.5
Assumed Mechanical Efficiency	55%	58%	60%	62%	63%	64%	64%	67%	70%

Motor HP	Car Capacity in Pounds								
Motor kW	**Car Capacity in Kilograms**								
7.5	2300	1600	1250	1030	870	750	660	550	410
5.6	1045	727	568	468	395	341	300	250	186
10	3000	2150	1660	1370	1150	1000	880	740	550
7.5	1364	977	755	623	1150	455	400	336	250
15	4500	3200	2500	2060	1730	1500	1310	1100	410
11.2	2045	1455	1136	936	786	682	595	500	373
20	6050	4300	3300	2750	2300	2000	1750	1470	1090
14.9	2750	1955	1500	1250	1045	909	795	668	495
25	7500	5400	4150	3400	2880	2500	2190	1840	1370
18.6	3409	2455	1886	1545	1309	1136	995	836	623
30	9100	6400	4950	4000	3470	3000	2620	2210	1640
22.4	4136	2909	2250	1818	1577	1364	1191	1005	745
40	12100	8600	6650	5450	4620	4000	3500	2950	2180
29.8	5500	3909	3023	2477	2100	1818	1591	1341	991
50	15125	10700	8300	6840	5760	5000	4370	3670	2730
37.3	6875	4864	3773	2945	2618	2273	1986	1668	1241
60	18150	12870	9900	8200	6940	6000	5250	4430	3280
44.8	8250	5850	4500	3727	3155	2727	2386	2014	1491
75	22685	16090	12375	10300	8650	7500	6560	5520	4100
56	10311	7314	5625	4682	3932	3409	2982	2509	1864

مثال رقم 1

يوجد مصعد سرعته 1.2 م/ثانية لعدد 13 راكب والكفاءة 75% ونسبة 50% counterweight احسب سعة المحرك للمصعد

الحل

من المعادلة السابقة

P=13 x 75 x 9.81 x 1.2 x (1-0.5)/0.75=7.65 Kw

سوف نختار السعة الأكبر وليكن 8.5 كيلو وات

مثال رقم 2

يوجد مصعد من نوع VVAC سرعته 1 متر/ ثانية حمل الكابينه 78 راكب وكانت الكفاءة 65% و counterweight ratio of 45%

الحل

P=78x75x9.81x1x (1-0.45)/0.68=46.4 Kw

سوف نختار القدرة الأعلى وليكن 50 كيلو وات

مثال رقم 3

يوجد hydraulic lift لعدد 8 ركاب سرعته 1 م/ ثانيه والكفاءة له 80% احسب سعة الموتور المستخدم

الحل

بما ان نوعه hydraulic ولم يذكر counterweight ratio هنعتبرها تساوى 1

وبالتعويض فى المعادله السابقة

P= (8x75x9.81x1x(1-(-1))/0.8) =14.7 Kw

سوف نختار القيمة 16 كيلو وات

ماذا لو لم تكن قيمة الكفاءة موجوده ممكن نختارها من curve بقيمة السرعه سوف نحدد الكفاءة

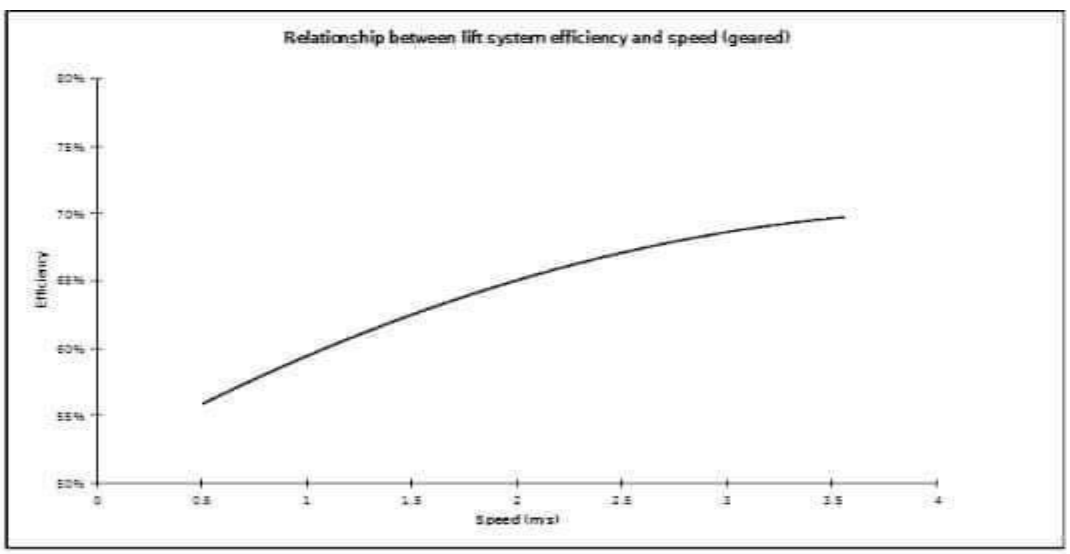


Figure 3: System efficiency against speed.

حساب القدرة الكهربائية لمحرك السلالم المتحركة

السلم أو الدرج المتحرك أو السلم أو الدرج الدوار هو عبارة عن درج عادةً يعمل بالكهرباء، وهو وسيلة لنقل الأشخاص، يتكون من درجات مستقلة متصلة ببعضها والتي تتحرك إلى أعلى أو أسفل على مسارات تقوم بحفظ الدرجات في وضع أفقي.

هناك أماكن يعتبر استخدام السلالم المتحركة فيها أساسياً، مثل الفنادق والمطارات ومراكز التسوق والمنشئات العامة.

للسلالم المتحركة فوائد كثيرة، حيث أنها تمتلك السعة لنقل عدد كبير من الأفراد، كما أنه من الممكن استخدامها للإرشاد نحو المخارج الأساسية أو ما شابه، ومن الممكن أن تكون مقاومة لعوامل الطقس للاستخدام الخارجي.

يوجد معادلة لحساب قدرة محرك السلالم المتحركة كالتالى :-

$$P = \frac{m \times g \times n \times \left(\frac{R_E}{R_s}\right) \times \sin(\theta) \times s + P_H}{\eta_s \times \eta_G \times 1000}$$

Where:

15

P is the output power required from the motor in kW.
m is the average mass per passenger in kg (usually 75 kg).
g is the acceleration due to gravity (9.81 m/s²).
n is the number of passengers per step (1, 1.5 or 2).
R_E is the vertical rise of the escalator in metres.
R_S is the step rise in metres (usually 0.2 m).
θ is the angle of inclination of the escalator.
s is the linear speed of the escalator in metres per second (0.5, 0.65 or 0.75 m/s).
P_H is the power in Watts needed to keep the handrails moving.
η_S is the efficiency of the stepband.
η_G is the efficiency of the gearbox.

Note that this is the output power provided by the motor, which is the rating of the motor. The actual electrical power into the motor will be higher, where the difference accounts to the losses inside the motor itself.

متوسط وزن الراكب.(usually 75 kg)	M
عجلة الجاذبية (9.81m/s)	g
عدد الأفراد في step كل(1, 1.5 or 2)	n
الارتفاع الافقى للسلم المتحرك	Re
Rs is the step rise in meters (usually 0.2 m).	
زاوية السلم المتحرك	θ
سرعة السلم المتحرك متر في الثانيه .(0.5, 0.65 or 0.75 m/s)	S
الطاقه المستخدمة للحفاظ علي حركة the handrails	PH
كفاءة .step band	ηS
كفاءةgearbox	ηG

and the other perpendicular to the direction of travel, as shown in Figure 7.

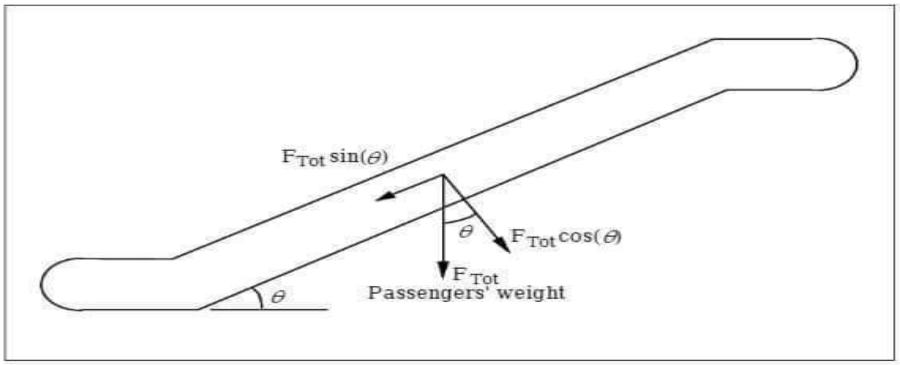


Figure 7: The resolution of the weight of the passengers.

مثال

ماهو سعة الموتور المستخدم لتحريك سلم متحرك حسب البيانات التالية

الارتفاع ١٢ متر والسرعة 0.75متر. ثانية

الزاوية ٣٠ درجة

The motor has to run at 630 rpm

الحل

اولا:- فرض step rise =0.2 M

ثانيا :-فرض الباور المستخدم handrails =4kw

ثالثا:- أقرب قيمة

synchronous speed to 630 rpm is 750 rpm, achieved by selecting a motor with 8 poles (4 pairs of poles).

This motor is rated to run at 720 rpm.

ثم نقوم بالتطبيق في المعادلة السابقة

P=75x9.81x1.5x (12/0.2) x sin (30)x0.75+4000/0.95x0.87x1000x (630/720) =39.86 kw

سوف نختار أقرب ستنادر للمحرك وهو 40 kw

حساب القدرة المطلوبه لمضخات المياه

المضخة (الطلمبة) آلة هيدروليكية تقوم بتحويل الطاقة الميكانيكية من وسيلة الإدارة (المحرك) إلى طاقة هيدروليكية ، وتحتاج كل مضخة إلى محرك ذات قدرة معينة ليتمكن من إدارتها ، وتعتمد القدرة الحصانية لتشغيل المضخة على معدل التصرف والضاغط المانومتري وكذلك كفاءة المضخة .

خطوات حساب قدرة المضخة:

أولاً: عند اختيار مضخة لتطبيق معين سواء كان صناعي أ، زراعي أ، مكافحة حريق أو غير ذلك نقوم بدراسة هذا التطبيق أولاً من حيث احتياجاته للمائع المراد ضخه وظروف تشغيله ونستنتج معدل التصرف والضاغط المانومتري (نقطة أداء) اللازم لتشغيل النظام.

ثانياً: بعد ذلك تأتي مرحلة اختيار المضخة التي تحقق نقطة الأداء المطلوبة من حيث معدل التصرف (Q) والضاغط المانومتري (H) والكفاءة...

ثالثاً: يتم حساب القدرة اللازمة لإدارة المضخة بناءاً على النتائج السابقة طبقاً للخطوات الآتية (قوانين حساب قدرة المضخة):

القدرة المائية للمضخة

$$\text{Water Power (WP)} = Q \times P$$

$$\because P = \gamma \times h$$

$$\therefore (WP) = Q \times \gamma \times h$$

حيث أن :

WP : القدرة المائية Watt

Q : معدل تصرف المضخة m^3/sec

P : الضغط N/m^2

γ : الوزن النوعي N/m^3 (يساوي 1 للماء)

h : ارتفاع عمود السائل (الضاغط) m

© www.centpump.com

$$\text{قدرة المضخة الفرملية "Brake Power"} = \frac{\text{القدرة المائية للمضخة}}{\text{كفاءة المضخة}}$$

$$(BP) = \frac{(WHP)}{\text{Pump Eff.}}$$

وبالتالي تكون قدرة المضخة المتطلبة على عمود الإدارة تساوي

$$(BP) = \frac{Q \times \gamma \times h}{\text{Efficiency}} \quad , \quad (\gamma=1)$$

$$BP = \frac{Q \times h}{\text{Eff.}} \quad (\text{watt})$$

© www.centpump.com

مثال

قم بحساب القدرة الكهربائية لمضخة المياه حسب المعطيات التاليه

Static Suction Head(h2) =0 Meter

Static Discharge Head (h1) =50 Meter.

معدل التدفق للمياه التى نحتاجها(Q1=300 Liter/Min.)

كثافة المياه(D =1000 Kg/M3)

كفاءة المضخةpe=80%

كفاءة الموتورme= 90%

مفاقيد الإحتكاك فى المواسير 30%

الحل

سوف نقوم بتحويل معدل التدفق من لتر / دقيقه الى م3/ ثانية

معدل التدفقQ =Q1*1.66/100000

=3300×1.66/100000= 0.005 M3/Sec

Actual Total Head (After Friction Losses) (H) = (h1+h2)+((h1+h2)xf)

Actual Total Head (After Friction Losses) (H)=50+(50×30%)= 65 Meter.

سوف يكون معنا الآن معدل التدفق للمياه = 0.005 م3/ ثانية

والهيد بعد مفاقيد الإحتكاك = 65 متر

هنحسب

Pump Hydraulic Power (ph) = (D x Q x H x9.87)/1000

Pump Hydraulic Power (ph) = (1000 x 0.005 x 65 x9.87)/1000 =3KW

نقسم بعد ذلك قيمة المضخه على الكفاءة لها

Motor/ Pump Shaft Power (ps)= ph / pe = 3 / 80% = 4KW

بعد ذلك نقوم بحساب قدرة الموتور بقسمة قيمة المضخه على كفاءة الموتور

Required Motor Size: ps / me =4 / 90% = 4.5 KW

Required Size of Motor Pump = 4.5 HP or 6 HP

سوف نختار قيمة المضخة 5 حصان

حساب سعة القاطع والكابل لهذه المضخة اذا كان الجهد 380 فولت 3 فاز

من جدولNEC 430-250

FLC=7.6x460/380=9.2 A

او من المعادلة

FLC=HPx746/1.732x380x0.8x0.9= 7.87 A

أومن الجدول للكود الأمريكى السابق

سوف نختار القيمة الأكبر من جداول NEC وهى 9.2 امبير

سوف نختار القاطع حسب الجدول رقم NEC 430-523

Maximum Size of Inverse Trip Circuit Breaker =250% x Full Load Line Current. =2.5 x 9.2=23 A

حسب جدول الكود الأمريكى السابق سوف يكون سعة القاطع 25 امبير

حساب مقطع الكابل لهذه المضخة

NEC Code 430.22 (Size of Cable for Single Motor):

Size of Cable for Branch circuit which has Single Motor connection is 125% of Motor Full Load Current Capacity

Min Capacity of Cable= (9.2X125%) =13.8 Amp.

سوف نقسم بعد ذلك نقوم بحساب De rating factor

وليكن 0.8

I rated for cable = 13.8/0.8=17.25 A

سوف نجد الكابل 2.5 ملل يتحمل 27 امبير

نقوم بعد ذلك بحساب فقد الجهد

VD= mVA x I x L/1000

VD=13.197 x 9.2x50 /1000=6.07 = 6.07/380x100%=1%

Size of Cable = (3x2.5 +1.5) MM

حسابات الأوفرلود الحرارى

أولاً أقل قيمة للأوفرلود للفازة

Min Thermal Overload Relay setting =70%xFull Load Current (Phase)

Min Thermal Overload Relay setting =70%x9.2= 6.44 Amp

ثانيا :أكبر قيمة للاوفرلود للفازة

Max Thermal Over Load Relay setting =120%xFull Load Current (Phase)

Max Thermal Overload Relay setting =120%x9.2= 11.04 Amp

المراجع

1- الكود الأمريكى NEC
2- الموقع الإلكترونى Electrical knowhow
3- الموقع الإلكترونى wordpress.com
4- الموقع الإلكترونى C technician
5- كاتالوج بحره للكابلات
6- كاتالوج السويدى للكابلات